

PRO-MEC

๗/๒

๒๕๔๓

๓.๒

เครื่องชอยเอนกประสงค์

MULTIPURPOSE SHREDDER MACHINE

๑๘ ส.ค. ๒๕๔๔



นายโกเมศ สมสุข  
นายธีระศักดิ์ นิ่มแก้ว  
นายไพรัชฎ์ หนองบัว

โครงการนิพนธ์กรรมศาสตร์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปีการศึกษา ๒๕๔๓

หัวข้อ ครงงานวิศวกรรมศาสตร์

เครื่องชอยเอนกประสงค์

โดย

นายโกเมศ

สมสุข

นายธีระศักดิ์

นันทแก้ว

นายไพรัช

หนองบัว

ภาควิชา

วิศวกรรมเครื่องกล

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ประจำ

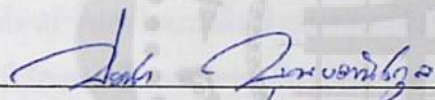
บุญขวานิชกุล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อนุมัติให้นำ ครงงาน  
วิศวกรรมศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

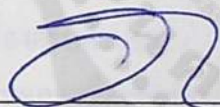
(รองศาสตราจารย์ ดร. ศักดิ์ กองสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบ ครงงานวิศวกรรมศาสตร์



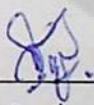
ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ประจำ บุญขวานิชกุล)



กรรมการ

(อาจารย์ ภาคภูมิ ศรีร์มรินทร์)



กรรมการ

(อาจารย์ กัณฑ์วิชญ์ พลุปราษณ์)

## เครื่องชอยเอนกประสงค์

ปีการศึกษา 2543

โดย

นายโกเมศ สมสุข

นายธีระศักดิ์ นิ่มแก้ว

นายไพรัชฎ์ หนองบัว

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ประจำ บุญวานิชกุล

### บทคัดย่อ

โครงการวิศวกรรมศาสตร์นี้ ได้ศึกษาถึงการชอยมันเทศให้เป็นเส้น โดยใช้เครื่องชอยเอนกประสงค์ซึ่งจะประกอบไปด้วยมอเตอร์ 2 ตัว ส่งกำลังโดยใช้หลักการของสกรูส่งกำลัง มอเตอร์ตัวที่ 1 จะเป็นชุดเคลื่อนที่ขึ้นลงในแนวตั้ง ส่วนมอเตอร์ตัวที่ 2 จะเป็นชุดใบมีดจะเคลื่อนที่ไป-มาในแนวนอน ใบมีดจะมีลักษณะเป็นแผ่นเจาะรูขึ้นรูปเป็นคมมีด โดยการนำมันเทศมาวางบนใบมีด มอเตอร์ตัวที่ 1 จะกดมันเทศให้ติดกับใบมีดจากนั้นมอเตอร์ตัวที่ 2 จะทำการตัดเฉือนทำให้มันเทศออกมาเป็นเส้นและหล่นลงมาที่ถาดรับด้านล่าง

จากผลการทดลองซึ่งใช้ความเร็วรอบของมอเตอร์ 2750 รอบ/นาที ปริมาณมันเทศที่ใช้ชอย 398.21 กรัม น้ำหนักมันเทศที่ได้จากการชอย 361.0 กรัม น้ำหนักเศษที่เหลือ 36.82 กรัมเวลาที่ใช้ในการชอย 2.44 นาที

# MULTIPURPOSE SHREDDER MACHINE

Academic Year 2000

By

Mr.Komct Somsuk

Mr.Terasuk Nimkaw

Mr.pirut Hnongbua

Project Report Advisor

Mr.Pracha Bunyavanichkun

## ABSTRACT

This Engineer report is objective for building multipurpose shredder machine. This multipurpose shredder machine have two moter.First motor move up and down in vertical and second motor move in horizontal. Operate by put sweet potato on the blade the first motor is run and push down sweet potato. After that the second motor is run and slide in horizontal. Sweet potato shredder fall below.

Result from testing use speed of motor about 2750 rpm. Quantity of sweet potato is 398.21 g. Weight of shredder sweet potato is 361 g. weight of shredder sweet potato is not use is 36.82 g.The time of shredding is 2.44 min.

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำโครงการวิศวกรรมศาสตร์ขอขอบคุณท่านอาจารย์ ประชา นุณขวานิชกุล ตลอดจนอาจารย์และบุคลากรทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำจนทำให้โครงการวิศวกรรมนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี พร้อมทั้งกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ได้อบรมสั่งสอนให้ความรู้แก่ผู้จัดทำตั้งแต่ต้น ตลอดจนเพื่อนนิสิตทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจ จนกระทั่งทำโครงการวิศวกรรมศาสตร์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คณะผู้จัดทำ



## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ฌ
คำอธิบายสัญลักษณ์ และคำย่อ	ญ
บทที่	
1. บทนำ	1
ความสำคัญและที่มาของ โครงการงานวิศวกรรมศาสตร์	1
วัตถุประสงค์ของ โครงการงานวิศวกรรมศาสตร์	1
ขอบเขตของ โครงการงานวิศวกรรมศาสตร์	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจาก โครงการงานวิศวกรรมศาสตร์	2
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
ค่าความปลอดภัย	3
ค่าความปลอดภัยที่ควรเลือกใช้	3
การบิด	4
ความสัมพันธ์ระหว่าง โมเมนต์บิดและกำลัง	5
โซ่	5
ข้อดีของจับด้วยโซ่	6
ข้อเสียของการจับด้วยโซ่	7
โซ่โรลเลอร์	7
เฟืองโซ่	8
การส่งกำลังของ โซ่และเฟือง โซ่	9
การคำนวณหาขนาดโซ่	12
การเลือกขนาดโซ่	12
สกรูส่งกำลัง	17
เกลียวในระบบหน่วยอังกฤษ	18
เกลียวที่เหลี่ยมคางหมูตามมาตรฐาน ISO	19
โมเมนต์บิดสำหรับหมุนสกรูส่งกำลัง	20

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่ (ต่อ)	หน้า
3. การคำนวณและการออกแบบ	22
การดำเนินการศึกษาโครงการ	22
การวางแผนและเตรียมการ	22
การออกแบบ	23
การสร้างเครื่องชอยเอนกประสงค์	23
การคำนวณหาโมเมนต์บิดของสกรูส่งกำลังของชุดทด	28
การคำนวณหาขนาดของมอเตอร์ของชุดทด	28
การคำนวณหาโมเมนต์บิดของสกรูส่งกำลังของชุดใบมีด	29
โมเมนต์จากการส่งกำลังของโซ่	29
กำลังที่ใช้ขับเคลื่อนโซ่	29
การคำนวณหาขนาดของมอเตอร์ของชุดใบมีด	30
4. ผลการทดลอง	31
การทดลองหาค่าประสิทธิภาพในการชอย	31
อุปกรณ์การทดลอง	31
วิธีการทดลอง	31
ผลการทดลอง	32
5. สรุปผลการทดลอง	34
สรุปผลการทดลอง	34
ปัญหาที่พบ	34
ข้อเสนอแนะ	34
บรรณานุกรม	35
ภาคผนวกที่ 1 คุณสมบัติของเหล็ก	37
ภาคผนวกที่ 2 โซ่	39
ภาคผนวกที่ 3 มอเตอร์	42
ภาพภาคผนวก	44

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงค่าความปลอดภัย	4
2.2 แสดงจำนวนฟันของเฟืองโซ่	13
2.3 แสดงระยะห่างระหว่างศูนย์กลางโซ่	15
2.4 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน	21

### ตารางภาคผนวกที่

1.1 แสดงคุณสมบัติของเหล็กกล้า	38
2.1 แสดงโซ่โรลเลอร์	40
2.2 แสดงมวลของโซ่โรลเลอร์ต่อความยาว	40
2.3 แสดงตัวประกอบใช้งานสำหรับแรงกระทำปานกลาง	41
3.1 แสดงข้อมูลทางเทคนิคของมอเตอร์	43

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า	
2.1	แสดงการวางเฟืองโซ่สองเฟืองที่ขบกันอย่างเหมาะสมและไม่เหมาะสม	6
2.2	แสดงการขับเคลื่อนเฟืองหลายเฟือง โดยการใส่โซ่เพียงหนึ่งเส้น	6
2.3	แสดงโซ่โรลเลอร์	7
2.4	แสดงโซ่โรลเลอร์สองชั้นและสามชั้น	8
2.5	แสดงข้อต่อสำหรับโซ่โรลเลอร์จากด้านซ้ายด้วยคอคเตอร์พิน	8
2.6	แสดงเฟืองโซ่สำหรับโซ่โรลเลอร์	9
2.7	แสดงการเคลื่อนที่ของโรลเลอร์ขณะส่งกำลัง	10
2.8	แสดงการส่งกำลังของโซ่ไปยังโรลเลอร์	11
2.9	แสดงการแยกแรงหนีศูนย์กลาง $F_c$ ออกเป็นแรงย่อย $F_{ct}$	12
2.10	แสดงแผนภูมิที่ใช้เลือกโซ่โรลเลอร์	16
2.11	แสดงเกลียวสี่เหลี่ยมคางหมู	17
2.12	แสดงชนิดของเกลียวสำหรับสกรูส่งกำลัง	18
2.13	แสดงขนาดต่าง ๆ ของเกลียวสี่เหลี่ยมคางหมู	19
2.14	แสดงตัวอย่างการใช้สกรูส่งกำลังเป็นแม่แรง	20
2.15	แสดงแผนภาพปฏิกิริยาบนเกลียวเนื่องจากการยกน้ำหนัก	21
3.1	แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของชุดมิกัด	24
3.2	แสดงการเรียงตัวของใบมีดในการชอย	24
3.3	แสดงหลักการทำงานของชุดกค	25
3.4	แสดงแรงต่างๆที่กระทำกับชุดมิกัด	25
<b>รูปภาคผนวกที่</b>		
1.	แสดงภาพด้านหน้าของเครื่องชอยเอนกประสงค์	45
2.	แสดงภาพลักษณะของมันเทศก่อนการชอย	45
3.	แสดงภาพลักษณะของเส้นมันเทศที่ผ่านการชอย	46
4.	แสดงภาพลักษณะของมันเทศที่เหลือจากการชอย	46

### คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
P	แรงกด	N
N	แรงที่กระทำในแนวตั้งฉาก	N
F	แรงที่กระทำ	N
$\mu$	สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน	-
$L_c$	หลัด	mm
L	ความยาว	mm
$\alpha$	มุมฮิลิกซ์	องศา
n	ความเร็วรอบเฟือง โซ่	rpm
R	รัศมี	mm
$\phi$	มุมเกลียว	องศา
$N_u$	ค่าความปลอดภัยเนื่องจากแรง	-
$N_y$	ค่าความปลอดภัยเนื่องจากแรงดึงคราก	-
$\theta$	มุมบิด	rad
$F_c$	แรงหนีศูนย์กลาง	N
$F_f$	แรงในแนวสัมผัส	N
m	มวล	kg
x	จำนวนข้อ โซ่	-
p	ระยะพิตช์	mm
z	จำนวนของเฟืองโซ่	-
H	ความสูง	mm
$f_s$	สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน	-
$T_R$	โมเมนต์บิดของสกรู	N.m
W	น้ำหนัก	N
g	แรงโน้มถ่วงของโลก	$m/s^2$
T	โมเมนต์บิด	N.m
G	โมดูลัสของการเฉือน	$N/mm^2$
J	โมเมนต์ความเฉือนรอบแกน	$mm^4$

คำอธิบายสัญลักษณ์ (ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
N	ความเร็วรอบเพลา	rpm
D	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก	mm
D	เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน	mm
Cd	ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางเฟืองโซ่	mm
F <sub>b</sub>	แรงแตกหัก	N
d <sub>m</sub>	เส้นผ่านศูนย์กลางสกรู	mm



## บทที่ 1

### บทนำ

ในปัจจุบันเครื่องจักรมีความสำคัญมาก ในการอำนวยความสะดวกต่อการทำงาน ทั้งยังช่วยลดแรงงานคน และเพิ่มอัตราการผลิตให้สูง เช่น ในอุตสาหกรรมครัวเรือนเกี่ยวกับการทำขนมขายสู่ท้องตลาด ได้แก่ มันฝรั่งทอด (French fried) มันเทศทอด เผือกทอดหรือการทำขนมปัง นกสำหรับ โครงการงานวิศวกรรมนี้เราจะเสนอการแปรรูปวัตถุดิบ เช่น มันฝรั่ง มันเทศ และเผือกด้วยการนำมาชอยให้เป็นเส้น โดยใช้เครื่องจักรที่ผลิตขึ้น คือ เครื่องชอยเอนกประสงค์ ซึ่งเมื่อชอยเสร็จแล้วก็สามารถนำมาประกอบอาหารต่าง ๆ ได้

### ความสำคัญและที่มาของโครงการวิศวกรรมศาสตร์

มันเทศ และเผือกเป็นพืชที่คนไทยนิยมปลูกกันมานาน เนื่องจากเหมาะกับสภาพดินฟ้าอากาศของประเทศไทย จึงเจริญเติบโตได้ดีและให้ผลผลิตค่อนข้างสูง ซึ่งสามารถนำมาใช้บริโภคและใช้ปรุงอาหารคาวหวานประเภทต่าง ๆ หรือนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ เช่น เป็นอาหารสัตว์ได้อีกด้วย อย่างไรก็ตามเมื่อนำไปแปรรูปแล้วทำให้มีราคาสูงกว่าเดิม จึงมองเห็นลู่ทางว่าอนาคตผลผลิตพวกนี้มีการขยายตัวเพิ่มขึ้น

### วัตถุประสงค์ของโครงการวิศวกรรมศาสตร์

1. เพื่อศึกษาและออกแบบสร้างเครื่องชอยเอนกประสงค์
2. เพื่อทดสอบหาสมรรถนะและประสิทธิภาพของเครื่องชอยเอนกประสงค์
3. เพื่อลดต้นทุนและเวลาในการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร
4. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องจักรกลทางการ

เกษตร

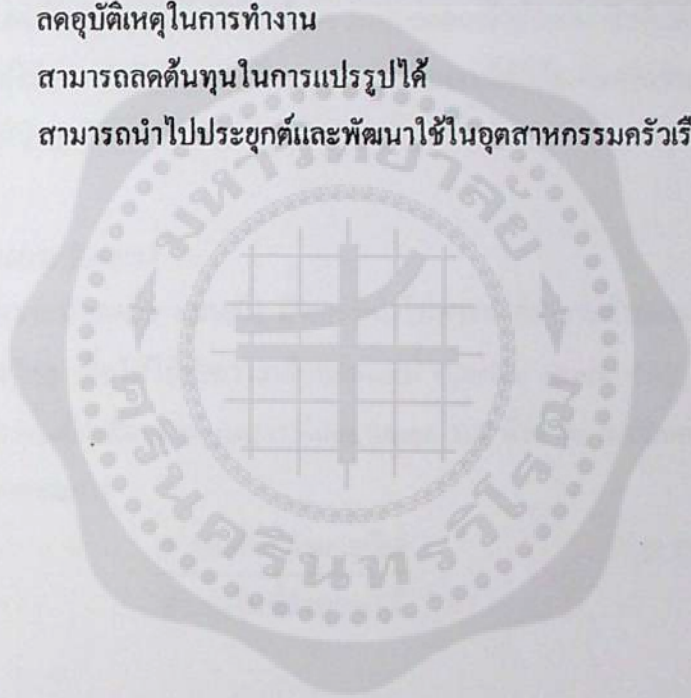
**ขอบเขตของโครงการวิศวกรรมศาสตร์**

1. ออกแบบและสร้างเครื่องชอยมันฝรั่ง มันเทศ และเผือก
2. ใช้เป็นเครื่องทุ่นแรงของอุตสาหกรรมในครัวเรือน
3. สามารถชอยมันฝรั่ง มันเทศและเผือกที่มีขนาดและความกว้างไม่เกิน 12

เซนติเมตร

**ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการวิศวกรรมศาสตร์**

1. เพิ่มผลผลิตด้านการแปรรูปทางการเกษตร
2. ลดอุบัติเหตุในการทำงาน
3. สามารถลดต้นทุนในการแปรรูปได้
4. สามารถนำไปประยุกต์และพัฒนาใช้ในอุตสาหกรรมครัวเรือนได้



## บทที่ 2

### ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการออกแบบโครงสร้างและชิ้นส่วนเครื่องจักรกลต่าง ๆ จำเป็นต้องอาศัยความรู้ทางด้านเครื่องกลศาสตร์วัสดุ พลศาสตร์ และอื่น ๆ มาประกอบเข้าด้วยกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของชิ้นงานและการนำไปใช้งาน สิ่งสำคัญก่อนที่จะออกแบบชิ้นงานได้ก็คือ ต้องมีความเข้าใจทางด้านกลศาสตร์ พลศาสตร์ วัสดุศาสตร์ อย่างถ่องแท้

#### ค่าความปลอดภัย (Safety Factor)

ค่าความปลอดภัย หมายถึง ตัวเลขที่นำไปหารหาค่าความต้านแรงดึง หรือค่าความต้านแรงดึงครากของวัสดุ เพื่อให้ได้ค่าความเค้นออกแบบ (Design Stress,  $\sigma_d$ ) ถ้าวัสดุอยู่ภายใต้แรงเฉือนก็จะได้ค่าความเค้นเฉือนออกแบบ (Design Shear,  $\tau_d$ ) ซึ่งค่าความปลอดภัยสามารถหาได้จากตารางที่ 1 หรือจากสมการ

$$N_y = \frac{\text{ความเค้นที่คำนวณได้}}{\text{ความเค้นที่คำนวณได้}} \quad (2.1)$$

$$N_u = \frac{\text{ความต้านทานแรงดึงคลาก}}{\text{ความเค้นที่คำนวณได้}} \quad (2.2)$$

#### ค่าความปลอดภัยที่ควรเลือกใช้

1. ชนิดของแรงที่มากกระทำต่อชิ้นงานว่าเป็นแรงที่จัดอยู่ในประเภทอยู่นิ่ง หรือเปลี่ยนแปลงขนาดอยู่ตลอดเวลาขณะใช้งาน
2. ลักษณะการใช้งานว่าเกี่ยวข้องกับภาระที่จะสูญเสียชีวิต ทรัพย์สินจำนวนมากหรือไม่

3. นำหนักของชิ้นงานว่ามีความจำเป็นต้องเบาที่สุดหรือไม่ เช่น ชิ้นส่วนสำหรับเครื่องบินเป็นต้น ในกรณีเช่นนี้การใช้ค่าความปลอดภัย จะต้องพิจารณาอย่างละเอียดเป็นพิเศษ

4. จำนวนของชิ้นงานที่จะผลิตออกมา ถ้าผลิตครั้งละมาก ๆ ควรจะระมัดระวังการใช้ค่าความปลอดภัยที่ไม่สูงจนเกินไป ทั้งนี้เพื่อที่จะให้ประหยัดวัสดุได้มากที่สุด

5. เนื้อวัสดุที่ผลิตออกมาอาจไม่สม่ำเสมอกัน ทำให้ความสามารถในการรับแรงต้านทานไม่เท่ากัน

### ตารางที่ 2.1 แสดงค่าความปลอดภัย

ชนิดของแรง	เหล็กเหนียวและโลหะเหนียว		เหล็กหล่อและโลหะเปราะ
	Ny	Nu	Nu
แรงอยู่นิ่ง	1.5-2	3-4	5-6
แรงกระแทกเฉียวหรือแรงกระแทกเล็กน้อย	3	6	7-8
แรงซ้ำสองทิศทางหรือแรงกระแทกเล็กน้อย	4	8	10-20
แรงกระแทกอย่างหนัก	5-7	10-15	15-20

### การบิด (Torsion)

แรงบิด (Torsional Loaded) ส่วนของโครงสร้างที่รับแรงหรือโมเมนต์ที่พยายามบิดส่วนของโครงสร้างนั้นไปจากตำแหน่งเดิม

โมเมนต์ (Torque) คือ โมเมนต์ที่พยายามบิดท่อนของวัสดุให้เปลี่ยนไปจากตำแหน่งเดิม มีค่าเท่ากับผลรวมทางพีชคณิตโมเมนต์ของแรงต่าง ๆ รอบแกนของวัสดุนั้น ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่มีพื้นที่หน้าตัดกลมอยู่ภายใต้โมเมนต์บิดจะบิดไปเป็นมุมเท่ากัน

$$\theta = TL/JG \quad (2.3)$$

โดยที่ $\theta$	คือ นุมบิด
$T$	คือ โมเมนต์บิด
$L$	คือ ความยาวเพลลาที่ถูกบิด
$G$	คือ โมดูลัสของการเฉือน (Modulus of Rigidity)
$J$	คือ โมเมนต์ความเฉือนของพื้นที่ (Polar Area Moment Inertia)
$J$	= $\pi d^4 / 32$ สำหรับเพลลาตัน
$J$	= $\pi(D^4 - d^4) / 32$ สำหรับเพลลาทวง
$A$	= คือพื้นที่
$D$	= คือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก
$d$	= คือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน

### ความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์บิดและกำลัง

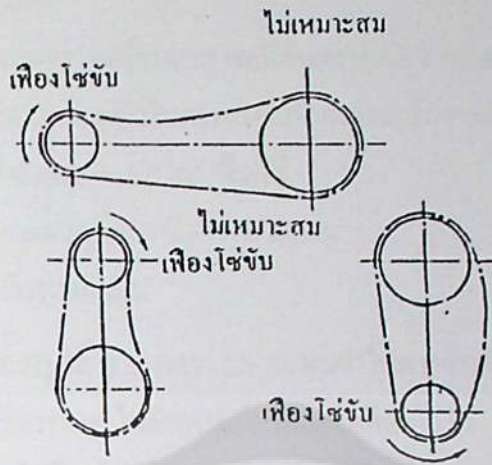
กำลัง (Power) คือ อัตราการทำงาน คำนึงถึงกำลังที่เกิดจากโมเมนต์บิด (Torque) คือ

$$W_p = T\omega \quad (2.4)$$

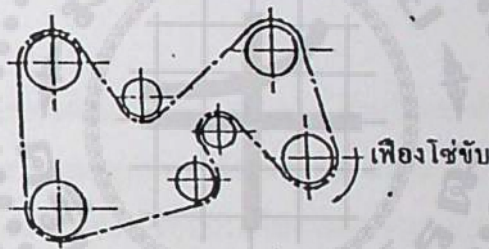
โดยที่ $W_p$	คือ กำลัง
$\omega$	คือ ความเร็วเชิงมุม
$\omega$	คือ $2\pi N/60$
$N$	คือ ความเร็วรอบของเพลลา

### โซ่ (Chains)

การขับเคลื่อนโซ่มีโซ่อยู่มากทางด้านงานเครื่องกล เนื่องจากมีลักษณะคล้ายกับการขับเคลื่อนเพลลาตามอัตราทดของการขับเคลื่อนขึ้นอยู่กับขนาดของเฟืองโซ่ทั้งสอง และการขับเคลื่อนโซ่จะไม่มีการสลิปเกิดขึ้นระหว่างโซ่กับเฟืองโซ่



รูปที่ 2.1 แสดงการวางเฟืองโซ่สองเฟืองที่ขบกันอย่างเหมาะสมและไม่เหมาะสม



รูปที่ 2.2 แสดงการขับด้วยเพลาลหลายเพลาโดยการใช้โซ่เพียงหนึ่งเส้น

### ข้อดีของการขับด้วยโซ่

1. ในการติดตั้งไม่ต้องการความเที่ยงตรงเท่ากับเฟือง
2. ไม่จำเป็นต้องมีแรงดึงขั้นต้นในโซ่ด้านตริงเหมือนกับสายพาน
3. ไม่มีการสลิปในขณะส่งกำลังเหมือนสายพานทำให้ได้อัตราทดแทนที่แน่นอน

นอน

4. มีขนาดกะทัดรัดกว่าสายพาน เมื่อใช้อัตราทดเท่ากัน เฟืองโซ่จะมีขนาดเล็กกว่าล้อสายพาน และถ้าต้องการส่งกำลังเท่ากัน ความกว้างของโซ่จะน้อยกว่าสายพาน

5. ติดตั้งง่ายกว่าสายพาน เพราะเพียงแต่คล้องกับเฟืองโซ่และสอดสลักเข้าไป

เท่านั้น

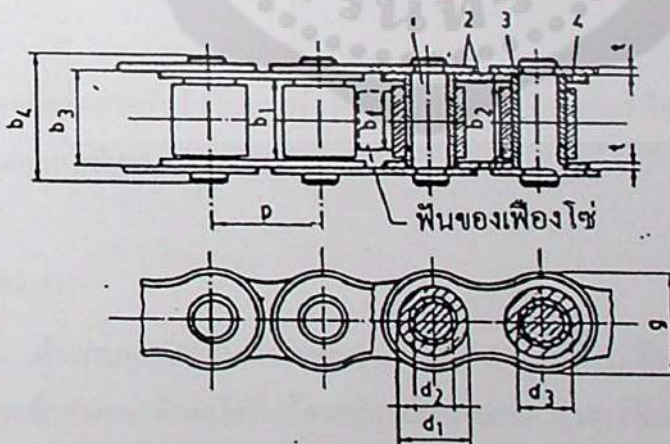
### ข้อเสียของการขับด้วยโซ่

1. มีเสียงดัง
2. เนื่องจากความเร็วรอบสูงจะมีอันตรายเมื่อโซ่ขาด
3. ไม่มีความอ่อนตัวในการส่งกำลัง เผลาจะต้องขนานกัน
4. ส่งกำลังแบบครอสโครว์ไม่ได้
5. มีราคาแพงกว่าการขับด้วยสายพาน
6. ต้องมีการหล่อลื่น

การใช้งานจากรูปที่ 2.1 และ 2.2 จะพบว่าในการขับด้วยโซ่ อาจขับเพียงหนึ่งโซ่ หรือหลายเฟืองโซ่ก็ได้ และอาจหมุนในทิศทางเดียวกันกับเฟืองโซ่ขับ หรือสวนทางกันก็ได้ แต่อย่างไรก็ตามมีข้อสมมติฐานว่าเฟืองโซ่จะต้องอยู่ในระนาบเดียวกัน และเพลาก็ต้องขนานกัน และอยู่ในระดับด้วย ความเร็วโซ่สามารถใช้ได้ถึง 20-25 m/s

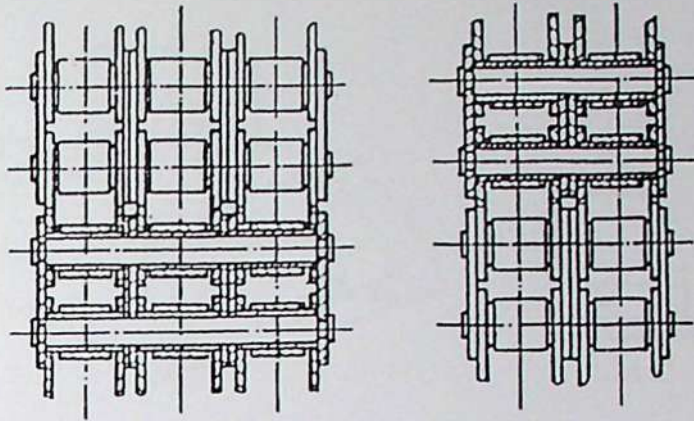
### โซ่โรลเลอร์ (Roller Chains)

โซ่ชนิดนี้ประกอบด้วยแผ่นท่อน (Link) ด้านในและด้านนอกยึดติดกันด้วยสลักและบุช (Bushes) โรลเลอร์กลางสวมอยู่กับบุช ดังรูปที่ 2.3 เมื่อใช้รับแรงมากอาจใช้แบบสองชั้นหรือสามชั้นดังรูปที่ 2.4 ที่ปลายต่อกันของโซ่อุปกรณ์ในการต่อ ดังรูปที่ 2.5

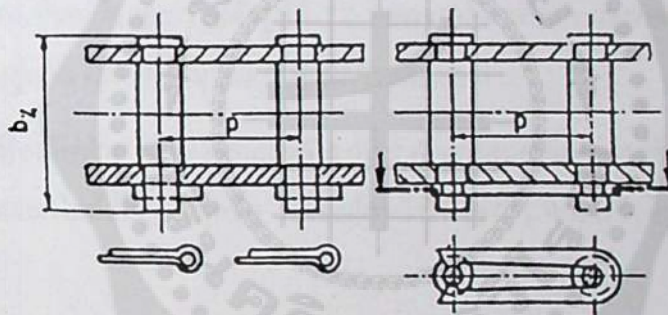


รูปที่ 2.3 แสดงโซ่โรลเลอร์:

- |                                  |                                |
|----------------------------------|--------------------------------|
| 1. สลัก                          | 2. แผ่นต่อด้านนอกและด้านใน     |
| 3. บุชที่อัดแน่นกับแผ่นต่อด้านใน | 4. โรลเลอร์หมุนได้อิสระบนบุช 3 |



รูปที่ 2.4 แสดงโซ่โรลเลอร์สองชั้นและสามชั้น

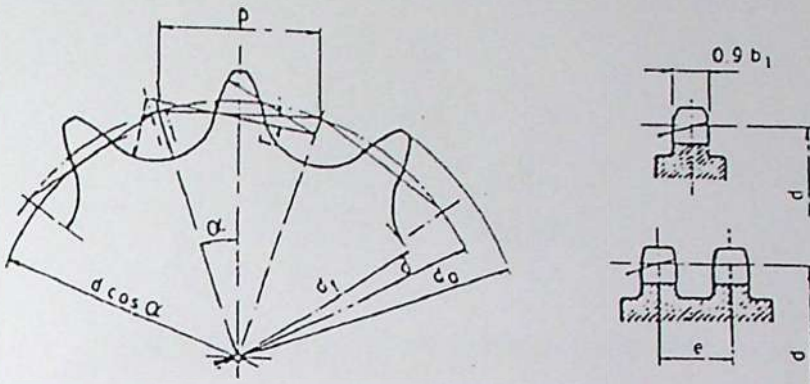


รูปที่ 2.5 แสดงข้อต่อสำหรับโซ่โรลเลอร์จากคาน้ำขยับต่อกับคอตเตอร์พิน ต่อกับสปริงรูปตัวยู และต่อกับข้อต่อแบบพิเศษ

### เฟืองโซ่ (Sprocket)

เส้นผ่านศูนย์กลางของพิตช์ของเฟืองโซ่  $d$  ดังรูปที่ 2.6 คือเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลมที่ผ่านจุดศูนย์กลางของข้อต่อโซ่ที่คล้องอยู่บนเฟืองโซ่เซอร์คิวลาร์พิตช์  $P_c$  ของวงกลมพิตช์ ซึ่งวัดตามส่วนโค้งของวงกลมพิตช์ ซึ่งมีค่ามากกว่าระยะพิตช์  $P$  ของโซ่สำหรับเฟืองโซ่เฟืองหนึ่งจะมีมุมพิตช์  $\alpha$  เป็นค่าคงที่ซึ่ง

$$\sin \alpha = P/d$$



รูปที่ 2.6 แสดงเฟืองโซ่สำหรับโซ่โรลเลอร์

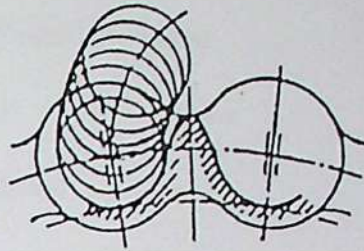
ลักษณะของฟันเฟืองโซ่ จะต้องทำให้การเคลื่อนที่ของโรลเลอร์เป็นไปได้อย่างสะดวก ซึ่งจะเห็นการเคลื่อนที่ของโรลเลอร์ได้ดังรูปที่ 2.7 นอกจากนี้อาจมีลักษณะแตกต่างไปอีกตามความต้องการของบริษัทผู้ผลิต เพื่อให้ได้มุมมกด  $\gamma$  ตามความต้องการ

เฟืองโซ่สำหรับโซ่โรลเลอร์ดังรูปที่ 2.6 จะมีมุมมกดแตกต่างกันมาก ถ้ามุมมกด  $\gamma$  โดมากจะทำให้โซ่ขี้ออกใกล้เคียงกันทุกข้อ แต่จะต้องทำให้โซ่ด้านหย่อนตึงขึ้น และทำให้เกิดเสียงดังมากขึ้น

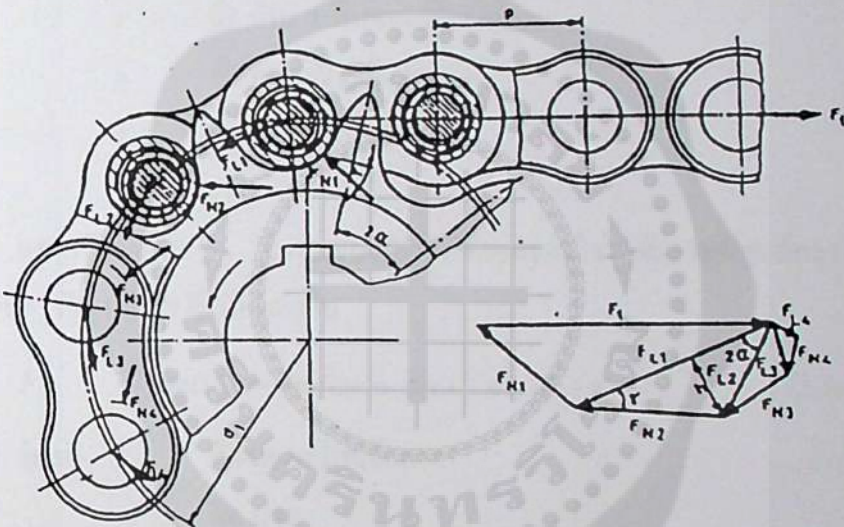
### การส่งกำลังของโซ่และเฟืองโซ่

ในขณะที่ส่งกำลังแรงในแนวเส้นสัมผัส  $F_t$  ที่เกิดจากโซ่กระทำกับฟันเฟืองโซ่มีลักษณะ ดังรูปที่ 2.8 ซึ่งจะเห็นได้ว่าแรงตามแนวยาวของโซ่  $F_L$  จะลดลงจากฟันหนึ่งไปอีกฟันหนึ่ง แผนภาพในรูปที่ 2.9 สร้างขึ้นโดยถือว่าที่ข้อต่อทุกข้อ ผลรวมของแรงบนข้อต่อตามแนวยาวและแรงตามแนวตั้งฉาก  $F_N$  จะต้องเท่ากับศูนย์ จะเห็นได้ว่ามุมสัมผัสของโซ่กับฟันเฟืองโซ่มีค่าน้อย และมุมมกด  $\gamma$  มีค่ามาก จะมีแรงเหลืออยู่ในโซ่ทางด้านหย่อนมาก (ค่าแรง  $F_L$  ดังรูปที่ 2.8)

แรงตามแนวยาวของโซ่เป็นแรงที่ทำให้โซ่ขี้อ ถ้ามีค่าน้อยโซ่ก็จะขี้น้อยลง มุมที่ข้อต่อโซ่หมุนไปในขณะขับโดยเฟืองโซ่มีค่าเท่ากับ 180 องศา หากด้วยจำนวนฟัน  $Z$  ของเฟืองโซ่ ดังนั้น ถ้าเฟืองโซ่มีจำนวนน้อย มุมหมุนมีจำนวนข้อต่อโซ่จะมีมาก ทำให้เกิดการสึกหรอที่บูช และสลักมากขึ้น และถ้าเฟืองโซ่มีระยะพิชต์เท่ากัน เฟืองโซ่ที่โตกว่าจะส่งกำลังได้น้อยกว่าเฟืองโซ่เล็ก ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงมีข้อแนะนำสำหรับการเลือกใช้จำนวนฟันของเฟืองโซ่ดังนี้ คือ



รูปที่ 2.7 แสดงการเคลื่อนที่ของโรลเลอร์ขณะส่งกำลัง



รูปที่ 2.8 แสดงการส่งกำลังจากเฟืองโซ่ไปยังโรลเลอร์

ความเร็วต่ำมาก	$Z_{min}$	=	12
ความเร็วต่ำ	$Z_{min}$	=	17
ความเร็วปานกลาง	$Z_{min}$	=	21
ความเร็วสูง	$Z_{min}$	=	25

โดยปกติมักจะใช้จำนวนฟันของเฟืองโซ่เป็นเลขคี่ และจำนวนข้อต่อของโซ่เป็นเลขคู่เพื่อให้ความถี่ในการสัมผัสระหว่างฟันของเฟืองโซ่กับข้อต่อโซ่น้อยลงช่วยให้โซ่มีการสึกหรอสม่ำเสมอ

แรงในแนวสัมผัส ในการส่งกำลัง ถ้าโซ่รับแรงสม่ำเสมอและเฟืองโซ่หมุนด้วยความเร็วคงที่ โซ่จะต้องเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่มี  $V$  และมีแรงสัมผัส  $F$ , ซึ่งจะหาค่าได้จากกำลังที่ส่ง  $W_p$  หรือ โมเมนต์ที่ต้องส่ง  $T$  ความเร็วของโซ่หาได้จาก

$$V = p.z.n \quad (2.5)$$

ดังนั้นแรงในแนวสัมผัส

$$F_t = W_p/V \quad (2.6)$$

โดยที่  $V$  คือ ความเร็วของเฟืองโซ่  
 $p$  คือ ระยะพิตช์  
 $z$  คือ จำนวนฟันของเฟืองโซ่  
 $n$  คือ ความเร็วของเฟืองโซ่  
 $F_t$  คือ แรงในแนวสัมผัส

แรงหนีศูนย์กลาง ในขณะที่ส่งกำลังที่ข้อต่อของโซ่จะมีแรงหนีศูนย์กลางในแนวรัศมีของเฟืองโซ่  $F_c$  ดังรูปที่ 2.9 ซึ่งมีค่าเท่ากับ

$$F_c = (mr\omega^2) = (mv^2/r) = (2wv^2 \sin \alpha) / g \quad (2.7)$$

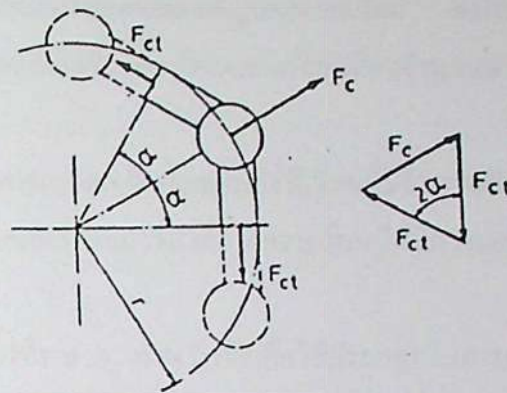
โดยที่  $F_c$  คือ แรงหนีศูนย์กลาง  
 $m$  คือ มวล  
 $g$  คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง  
 $w$  คือ น้ำหนักของโซ่ต่อความยาว 1 เมตร

ความยาวของโซ่โดยประมาณ  $2r \sin \alpha$  เมื่อแยกแรงนี้ออกเป็นแรงย่อยในแนวของข้อต่อโซ่  $F_{ct}$  จะได้ว่า

$$(0.5 F_c) / F_{ct} = \sin \alpha \quad (2.8)$$

$$\text{ดังนั้น } F_{ct} = (F_c) 2r \sin \alpha = wv^2/g \quad (2.9)$$

จะเห็นได้ว่า  $F_{ct}$  ไม่ขึ้นอยู่กับมุม  $\alpha$  และจำนวนฟันของเฟืองโซ่ แต่จะขึ้นอยู่กับความเร็วรอบ  $v$  เป็นอย่างมาก



รูปที่ 2.9 แสดงการแยกแรงหนีศูนย์กลาง  $F_c$  ออกเป็นแรงย่อย  $F_{ct}$

### การคำนวณหาขนาดไซ้

ในทางปฏิบัติการคำนวณหาขนาดไซ้มักจะใช้วิธีเลือกขนาดไซ้จากแคตตาล็อกของบริษัทผู้ผลิตไซ้โดยทำตามคำแนะนำในแคตตาล็อกนั้น ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไปหลังจากเลือกขนาดไซ้ได้แล้ว อาจตรวจสอบว่าไซ้จะใช้งานได้หรือไม่ด้วยสมการ

$$F = \frac{F_b}{N_b} \quad (2.10)$$

โดยที่  $F_b$  คือ แรงแตกหักน้อยที่สุดของไซ้

$N_b$  คือ ค่าความปลอดภัยซึ่งควรมีค่าระหว่าง 7 ถึง 15

### การเลือกขนาดไซ้

1. กำลังงานที่ต้องการส่ง
2. ความเร็วรอบของเพลาชับและเพลาดำ หน่วยเป็น rpm
3. การใช้งาน เช่น ชนิดของอุปกรณ์ชับและอุปกรณ์ที่ต้องการชับ

จำนวนฟันของพีเนียน (คือจำนวนฟันบนเฟืองไซ้เล็ก) เพื่อให้ไซ้มีอายุใช้งานได้สูงสุด ทำงานได้อย่างราบรื่น และมีสมรรถนะที่อำนวยการประกอบที่สูงสุด การหาจำนวนฟันบนพีเนียนควรพิจารณาดังนี้ คือ

1. ในการขับส่วนมากจะใช้จำนวนพิตซ์ของไซ้เป็นเลขคู่ และใช้พีเนียนที่มีฟันเป็นเลขคี่ เพื่อให้แน่ใจได้ว่าไซ้และฟันบนพีเนียนจะเกิดการสึกหรออย่างสม่ำเสมอ

2. โดยทั่วไป ถ้าเป็นการจับอย่างสม่ำเสมอที่เนียนควรมีพินน้อยกว่า 17 พิน เนื่องจากว่าโซ่จะวางตัวบนที่เนียนในลักษณะของรูปหลายเหลี่ยม ทำให้ความเร็วในการเคลื่อนที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ซึ่งผลที่เกิดขึ้นนี้จะน้อยมาก เมื่อพินเนียนจำนวนพินมากขึ้น นั่นคือมากกว่า 17 พิน
3. ถ้ามีการกระตุกเล็กน้อยควรรีใช้พินเนียนที่มีจำนวนพินอย่างน้อย 23 พิน
4. พินเนียนควรผ่านกรรมวิธีทางความร้อน ให้มีความแข็ง HVIO-550

1 ตัวประกอบใช้งาน  $N_s$  สำหรับโซ่เพื่อใช้ประกอบในการเลือกขนาดโซ่ ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มตามลักษณะของการใช้งาน สามารถเลือกใช้ได้จากภาคผนวกและคำนวณหาอัตราที่ต้องการได้จากสมการ

$$m\omega = (\text{ความเร็วรอบของเพลารอบสูง } n) / (\text{ความเร็วรอบของเพลารอบต่ำ } n)$$

คำนวณหาจำนวนพินบนเฟืองโซ่ใหญ่ โดยการคูณจำนวนพินบนที่เนียนด้วยอัตราทด ถ้าจำนวนพินที่ได้ไม่เหมาะสมก็ให้เลือกใช้พินเนียนให้มีจำนวนพินมากขึ้น และมีอัตราทดตามต้องการ จำนวนพินของเฟืองโซ่ที่ใช้กับโซ่ระยะพิตซ์ต่าง ๆ ดูได้จากตาราง 2.2

**ตารางที่ 2.2** แสดงจำนวนพินของเฟืองโซ่

11	12	13	14	15	17	19	20	21
25	27	30	38	57	76	95	114	150

เพื่อให้โซ่มีอายุการใช้งานอย่างอำนวยประโยชน์ที่สุด จำนวนพินของเฟืองโซ่ไม่ควรมากกว่า 120 พิน คำนวณหากำลังที่ใช้เลือกโซ่  $P$  ได้โดยการคูณกำลังที่ต้องการส่งด้วยตัวประกอบใช้งานที่หาได้จากภาคผนวก เพราะฉะนั้นกำลังที่ใช้เลือกโซ่

$$P = W_p N_s \quad (2.11)$$

โดยที่  $P$  คือ กำลังที่ใช้ในการเลือกโซ่

$W_p$  คือ กำลังงาน

$N_s$  คือ ตัวประกอบใช้งาน

เลือกขนาดโซ่ที่ต้องการใช้งานโดยพิจารณาจากรูปที่ 2.10 ในช่องหมายเลข 1 โดยพยายามเลือกโซ่ที่มีระยะพิตช์น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ก่อน ด้วยการใช้ความเร็วรอบของพีเนียนในการเลือก ซึ่งจะได้โซ่ที่ประหยัคที่สุด แต่อย่างไรก็ตามถ้าต้องการให้มีขนาดกะทัดรัด ใช้งานได้ที่ความเร็วสูงสุด และขับ ได้อย่างราบรื่น ก็ควรใช้โซ่หลายชั้นที่มีระยะพิตช์น้อย

เมื่อกำลังที่พีเนียนส่งมีกำลังมากกว่าในช่องหมายเลข 1 ก็อาจเลือกโซ่หลายชั้นในช่องหมายเลข 2, 3 และ 4 ตามลำดับ สำหรับโซ่ในแผนภูมิทั้งสามที่กล่าวมานี้ ใช้งานอย่างเต็มที่จะมีอายุการใช้งานประมาณ 15,000 ชั่วโมง

คำนวณหาระยะห่างระหว่างศูนย์กลางเฟืองโซ่ และความยาวโซ่ เพื่อให้โซ่มีอายุใช้งานอย่างอำนวยประโยชน์ที่สุด ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางเฟืองโซ่ควรอยู่ระหว่าง 30-50 เท่าของระยะพิตช์โซ่ หรือเลือกจากตารางที่ 2.3

เมื่อทราบระยะห่างระหว่างศูนย์กลางเฟืองโซ่โดยประมาณแล้ว ก็อาจหาจำนวนข้อโซ่ได้จากสมการ

$$X = \frac{2C_d}{P} + \frac{Z_1 + Z_2}{2} \left( \frac{Z_1 + Z_2}{2\pi} \right)^2 \frac{P}{C_d} \quad (2.12)$$

- โดยที่  $X$  คือ จำนวนข้อโซ่หรือจำนวนพิตช์ของโซ่ (ต้องเป็นเลขคู่เท่านั้น)  
 $C_d$  คือ ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางเฟืองโซ่  
 $P$  คือ ระยะพิตช์ของโซ่  
 $Z_1$  คือ จำนวนฟันบนพีเนียน  
 $Z_2$  คือ จำนวนฟันบนเฟืองโซ่

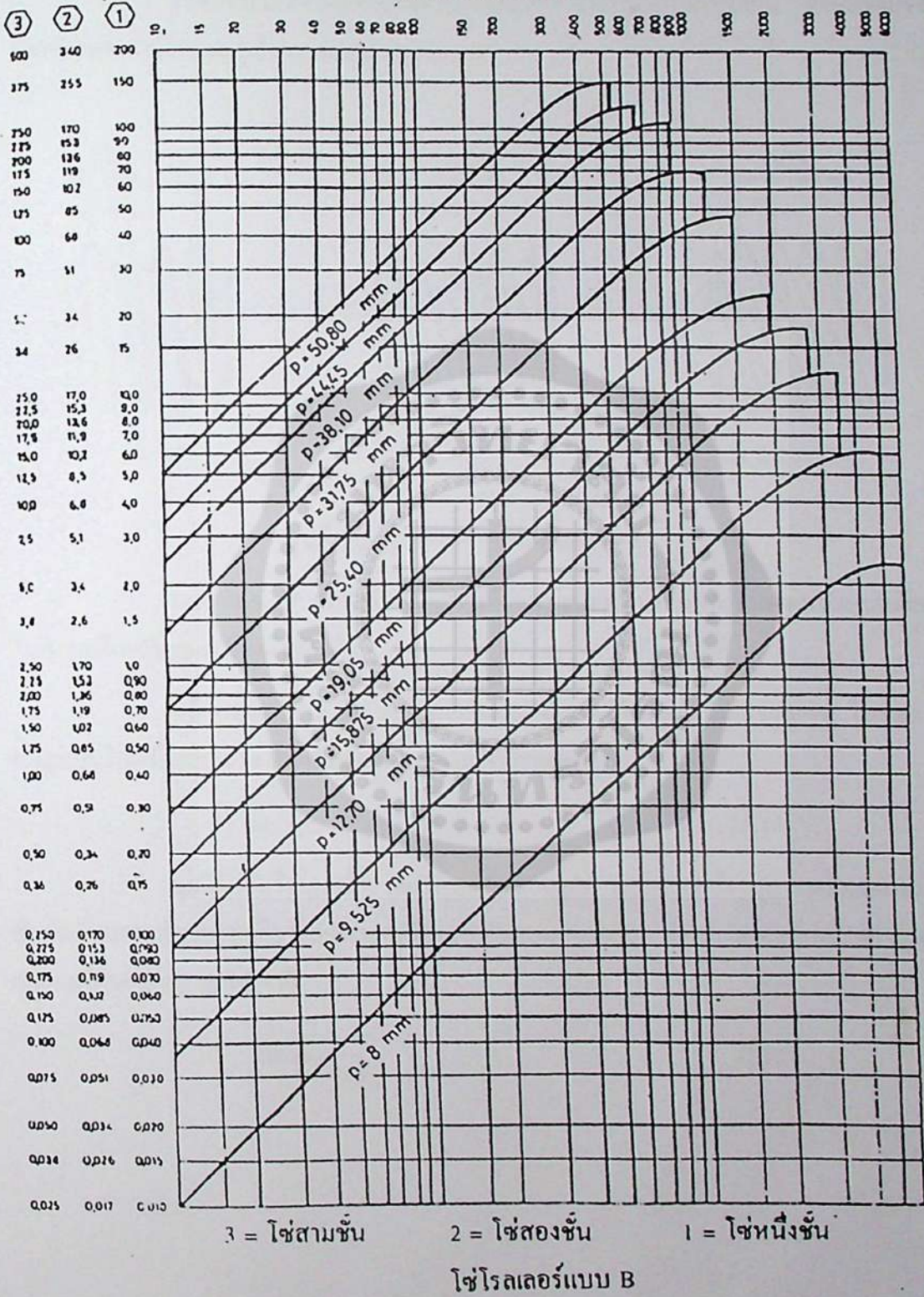
ตารางที่ 2.3 แสดงระยะห่างระหว่างศูนย์กลางโซ่

ระยะพิตซ์	ระยะห่างระหว่างศูนย์กลาง	ระยะพิตซ์	ระยะห่างระหว่างศูนย์กลาง
mm	mm	mm	mm
8.14	400	32.7	1280
9.525	450	38.1	1350
12.7	600	44.5	1500
15.875	750	50.8	1700
19.05	900	63.5	1800
25.4	1000	76.2	2000
31.75	1200	-	-

หลังจากทราบจำนวนข้อโซ่ที่แน่นอนแล้วจึงคำนวณหาระยะระหว่างศูนย์กลางเฟืองโซ่ที่แท้จริงได้จากสมการ

$$C_d = \frac{P}{4} \left[ X - \frac{Z_1 + Z_2}{2} + \sqrt{\left\{ X - \frac{Z_1 + Z_2}{2} \right\}^2 - 2 \left\{ \frac{Z_1 + Z_2}{\pi} \right\}^2} \right] \quad (2.13)$$

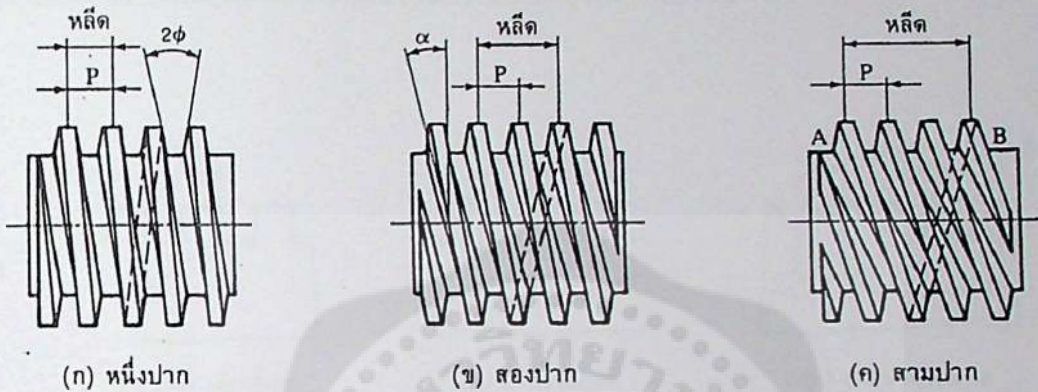
ความเร็วรอบพีเอ็นเอ็น



รูปที่ 2.10 แสดงแผนภูมิที่ใช้เลือกไช้โรตเตอร์

### สกรูส่งกำลัง (Power screws)

เป็นชิ้นส่วนที่ใช้ในเครื่องจักรกลเพื่อเปลี่ยนการหมุนเป็นการเลื่อน ดังนั้นจึงมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า สกรูเลื่อน (translation screws)



รูปที่ 2.11 แสดงเกลียวสี่เหลี่ยมคางหมู

ระยะพิตช์ :  $P$  หมายถึง ระยะทางที่วัดตามแนวแกนของสกรูจากจุดหนึ่งบนเกลียวไปยังจุดเดียวกันของเกลียวที่อยู่ถัดไป

หลิค (Lead) :  $le$  คือ ระยะทางที่สกรูเคลื่อนที่ได้ตามแนวแกนของสกรู ในขณะที่สกรูหมุนไปหนึ่งรอบ ถ้า  $n$  คือ ปากของสกรู ระยะทางของหลิคคือ

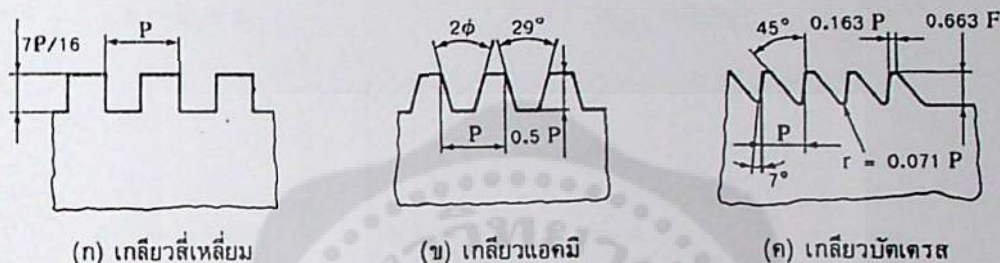
$$le = nP \quad (2.14)$$

มุมฮีลิคซ์หรือมุมหลิค (helix or lead angle) :  $\alpha$  หมายถึง มุมระหว่างระนาบที่สัมผัสกับความเอียงของเกลียวและระนาบที่ตั้งฉากกับแกนของสกรู ถ้าให้  $d_m$  เป็นเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของสกรู มุมหลิค คือ

$$\tan \alpha = \frac{le}{\pi d_m} \quad (2.15)$$

### เกลียวในระบบหน่วยอังกฤษ

เกลียวสี่เหลี่ยม (square thread) เป็นเกลียวชนิดที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในจำพวกเกลียวของสกรูส่งกำลัง ซึ่งเรียกกันอีกชื่อหนึ่งว่า เกลียวเซลเลอร์ (Sellers' thread) โดยมีลักษณะของเกลียวดังรูปที่ 2.12 แต่เนื่องจากการตัดเกลียวสี่เหลี่ยมนี้ทำได้ยากและค่าใช้จ่ายสูงจึงมีการนำมาใช้งานน้อยลง ดังนั้นเกลียวชนิดนี้จึงมิได้มีการทำเป็นมาตรฐานทั่วไป



รูปที่ 2.12 แสดงชนิดของเกลียวสำหรับสกรูส่งกำลัง

เกลียวแอกมี (acme thread) หรือเกลียวสี่เหลี่ยมคางหมู เป็นเกลียวชนิดที่มีการใช้งานมาเป็นเวลานานที่สุด รูปร่างของเกลียวเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู โดยมีมุมของเกลียว (thread angle) เท่ากับ  $29^\circ$  ดังในรูปที่ 2.12 ข) เนื่องจากตัดเกลียวได้ง่าย จึงมีการนำมาใช้งานเรื่อยมา ประสิทธิภาพของเกลียวชนิดนี้จะน้อยกว่าเกลียวสี่เหลี่ยม ถ้าเกิดความสึกหรอหลังจากใช้งานมาเป็นระยะเวลาหนึ่งก็สามารถที่จะปรับให้เกลียวของสกรูกับเกลียวตัวเมียได้สนิทเหมือนเดิม โดยการขันเกลียวตัวเมียซึ่งเป็นแบบ split nut เข้าไปให้กระชับกับเกลียวของตัวสกรูได้

เกลียวบัตเตรส (buttress thread) เป็นเกลียวที่มีรูปร่างเป็นฟันเลื่อย จุดมุ่งหมายก็เพื่อที่จะใช้รับแรงในทิศทางเดียว เกลียวชนิดนี้มีความแข็งแรงมากกว่าเกลียวสองชนิดที่ได้กล่าวมาแล้ว เนื่องจากเกลียวชนิดนี้มีใช้ไม่มากนัก ดังนั้นจึงมิได้มีการกำหนดขนาดเป็นมาตรฐาน

### เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูตามมาตรฐานไอเอสโอ

ขนาดเกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูตามมาตรฐานไอเอสโอบอกมิติต่าง ๆ เป็น mm และมีมุมของเกลียว  $2\phi$  เท่ากับ  $30^\circ$  ขนาดต่าง ๆ ของสกรูส่งกำลังชนิดนี้ดังแสดงในรูปที่ 2.13 กำหนดได้จากสมการต่อไปนี้คือ

$$H_1 = 0.5 P$$

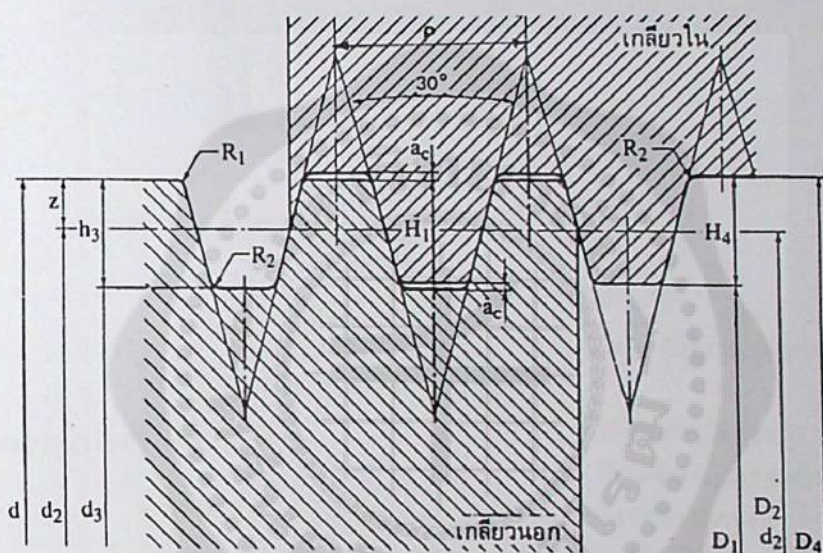
$$D_4 = d + 2a_c$$

$$H_4 = H_1 + a_c = 0.5P + a_c$$

$$d_3 = d - 2h_3$$

$$h_3 = H_1 + a_c$$

$$R_{lmax} = 0.5a_c$$

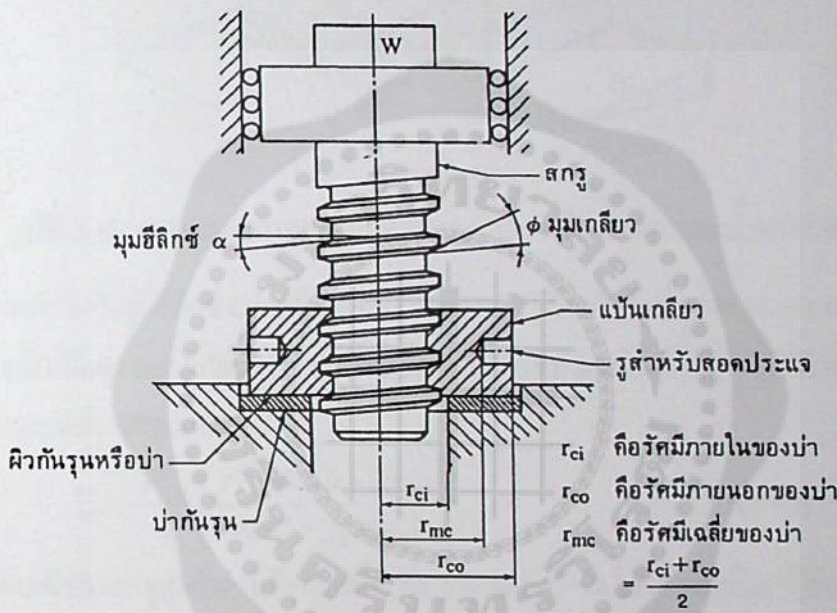


รูปที่ 2.13 แสดงขนาดต่าง ๆ ของเกลียวสี่เหลี่ยมคางหมู

โดยที่	$a_c$	คือ ช่องว่างบนยอดฟัน
	$D_4$	คือ เส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ของเกลียวใน
	$D_1$	คือ เส้นผ่านศูนย์กลางน้อยของเกลียวใน
	$D_2$	คือ เส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของเกลียวใน
	$d$	คือ เส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ของเกลียวนอก (เป็นขนาดระบุคิ้ว)
	$d_3$	คือ เส้นผ่านศูนย์กลางน้อยของเกลียวนอก
	$d_2$	คือ เส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของเกลียวนอก
	$H_1$	คือ ความสูงเหลื่อม (overlapping) ของเกลียว
	$H_4$	คือ ความสูงของฟันเกลียวใน
	$h_3$	คือ ความสูงของฟันเกลียวนอก
	$P$	คือ ระยะพิตช์

### โมเมนต์บิดสำหรับหมุนสกรูส่งกำลัง

พิจารณาสกรูส่งกำลังดังรูปที่ 2.14 ซึ่งมีมุมฮีลิคซ์  $\alpha$  องศา และมุมเกลียวของสกรู  $\phi$  องศา ในการยกน้ำหนัก  $W$  ขึ้นลง ทำได้โดยการหมุนเป็นเกลียวซึ่งตั้งอยู่บนที่รองรับ เรียกว่า ป่า (collar) สมมติให้แรง  $F$  ที่ใช้ยกน้ำหนักขึ้นกระทำอยู่บนเกลียวที่มีรัศมีเฉลี่ยของสกรู  $r_m = (r_o + r_i)/2$  ณ ตำแหน่ง  $O$  ดังรูปที่ 2.15 ในขณะที่ยกน้ำหนักขึ้นจะมีแรงเสียดทาน  $F_f$  กระทำบนผิวหน้าของเกลียวด้านการเคลื่อนที่ของสกรู



รูปที่ 2.14 แสดงตัวอย่างการใช้สกรูส่งกำลังเป็นแม่แรง

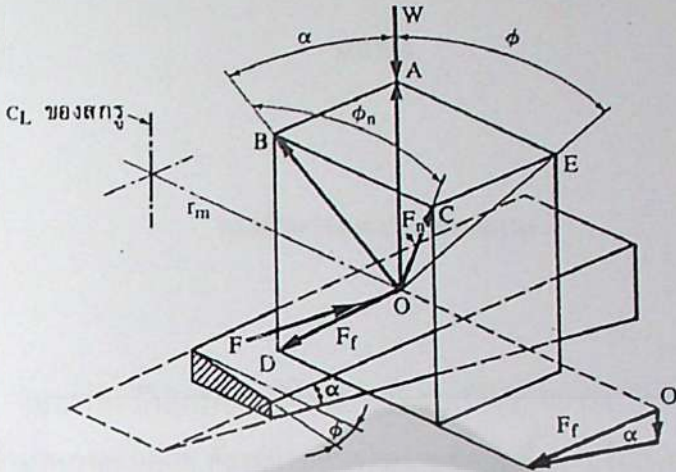
โดยที่  $F_n$  คือแรงปฏิกิริยาซึ่งมีทิศตั้งฉากกับผิวหน้าของเกลียว  
 $OA$  คือเวกเตอร์ของแรงที่มีขนาดเท่ากับน้ำหนัก  $W$  แต่ทิศทางตรง

ข้าม

$OB$  คือเวกเตอร์ของแรงรวมระหว่างแรง  $F_f$  และ  $OA$

$f_s$  คือสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวหน้าของเกลียวและ

แป้นเกลียว



รูปที่ 2.15 แสดงแผนภาพแรงปฏิกิริยาบนเกลียวเนื่องจากการยกน้ำหนัก W

โดยปกติแล้วมุมอีลิกซ์  $\alpha$  จะมีค่าน้อย (ประมาณ  $2^\circ$  ถึง  $6^\circ$ ) ดังนั้นค่าของ  $\cos \alpha$  จึงเกือบเท่ากับ 1 ฉะนั้นเมื่อความสะดวกในการคำนวณต่างๆ ไป จึงอนุญาตให้ใช้  $\phi_n = \phi$  ได้ ดังนั้นโมเมนต์รอบแกนกลางของสกรู คือ

$$T_R = \frac{W_{dm}}{2} \left[ \frac{f_s + \cos \phi + \tan \alpha}{\cos \phi - f_s \tan \alpha} \right] \quad (2.16)$$

ในกรณีของสกรูส่งกำลังที่มีเกลียวสี่เหลี่ยมมุม  $\phi = 0^\circ$  จะได้โมเมนต์บิดที่ใช้ยกน้ำหนัก W เท่ากับ

$$T_R = \frac{W_{dm}}{2} \left[ \frac{f_s + \tan \alpha}{1 - f_s \tan \alpha} \right] \quad (2.17)$$

ตารางที่ 2.4 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน  $f_s$

วัสดุสกรู	เหล็ก	ทองเหลือง	บรอนซ์	เหล็กหล่อ
เหล็ก (แข็ง)	0.15-0.25	0.15-0.23	0.15-0.19	0.15-0.25
เหล็ก (หล่อลื่น)	0.11-0.17	0.10-0.16	0.10-0.15	0.11-0.17
บรอนซ์	0.08-0.12	0.04-0.60	-	0.06-0.09

### บทที่ 3

#### การคำนวณและการออกแบบ

ในการดำเนินการศึกษาโครงการเรื่อง เครื่องชอยเอนกประสงค์ ผู้ดำเนินการศึกษาได้ดำเนินการศึกษาหลายขั้นตอน ตั้งแต่การเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานในการจัดสร้างเครื่องชอยเอนกประสงค์ จนกระทั่งถึงการวิเคราะห์และประเมินผล

#### การดำเนินการศึกษาโครงการ

1. เก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานนำมาเป็นข้อมูล ในการจัดสร้างเครื่องชอยเอนกประสงค์
2. การคำนวณออกแบบเครื่องชอยเอนกประสงค์
3. การสร้างเครื่องชอยเอนกประสงค์ตามที่ออกแบบไว้
4. ทดสอบหาประสิทธิภาพการชอยของเครื่องชอยเอนกประสงค์
5. ประเมินผลและหาประสิทธิภาพการชอยของเครื่องชอยเอนกประสงค์

#### การวางแผนและเตรียมการ

1. ค้นหาหาข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หรือ ใกล้เคียงตามห้องสมุดในมหาวิทยาลัยต่าง ๆ หรือศูนย์ข้อมูลอื่น ๆ ที่มีเนื้อหา วิธีการศึกษาและการจัดสร้างคล้ายกับเครื่องชอยเอนกประสงค์ เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาต่อไป
2. ทำการค้นหาหาข้อมูลจากหนังสือ วารสาร นิตยสาร หรือสิ่งตีพิมพ์ทุกชนิดที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้แปรรูปพีชไร

### การออกแบบ

ในการคำนวณหาวัสดุต่าง ๆ ที่ใช้ในการสร้าง ได้คำนึงถึงความแข็งแรง การใช้งาน ความปลอดภัย และส่วนที่สำคัญของเครื่องชอยเอนกประสงค์มีดังนี้

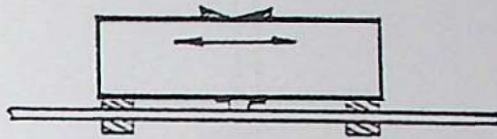
1. ชุดตัวถัง
2. ชุดมีดตัด
3. ชุดป้อนวัตถุ
4. ชุดระบบการไหลของมันเทศ

ส่วนที่สำคัญที่สุดคือ ชุดใบมีดตัดที่จะทำการตัดชอยให้เป็นเส้น

### การสร้างเครื่องชอยเอนกประสงค์

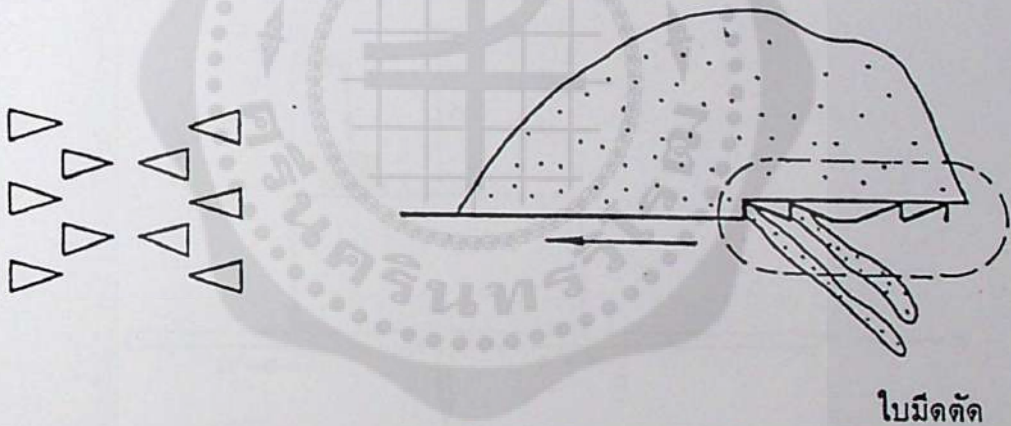
1. ตำรวจราคาวัสดุและร้านจำหน่าย
  2. เสนอผลการสำรวจราคาวัสดุ และรายละเอียด ประมาณการค่าใช้จ่ายแก่
- อาจารย์ที่ปรึกษา
3. จัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็น
  4. จัดทำชุดโครงยึด
  5. จัดทำชุดขับเคลื่อนมีดตัด
  6. จัดทำชุดมีดตัด
  7. ติดตั้งชุดป้อน

ลักษณะการเคลื่อนที่ของชุดมีดตัด ชุดนี้จะออกแบบเพื่อเลียนแบบการทำงานของ คน เพราะการใช้งานในขณะนี้ยังใช้มือจับมันเทศและเสือกใส่ไปบนใบมีดตัดให้เกิดเป็นเส้นคกลาง บนภาชนะรองรับ ดังนั้นจึงออกแบบชุดมีดตัดให้มีการเคลื่อนที่แบบไป - กลับ ซึ่งจะออกแบบกลไกการทำงาน โดยใช้การเคลื่อนที่บนสกรู



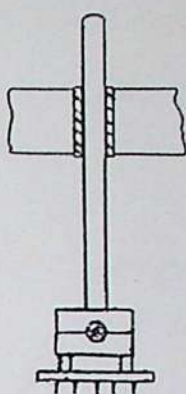
**รูปที่ 3.1** แสดงการเคลื่อนที่ของชุดมีดตัด

การเรียงตัวของชุดใบมีดจะบีบให้เป็นสันนูนขึ้นมาโดยการเจาะรู 5 ม.ม. แล้วเจาะสันนูนเป็นครึ่งวงกลมเพื่อให้รูเจาะในแนวนอน ขึ้นรูปมาเป็นแนวตั้งสามารถตัดเฉือนเนื้อมันเทศได้



**รูปที่ 3.2** แสดงการเรียงตัวใบมีดในการชอย

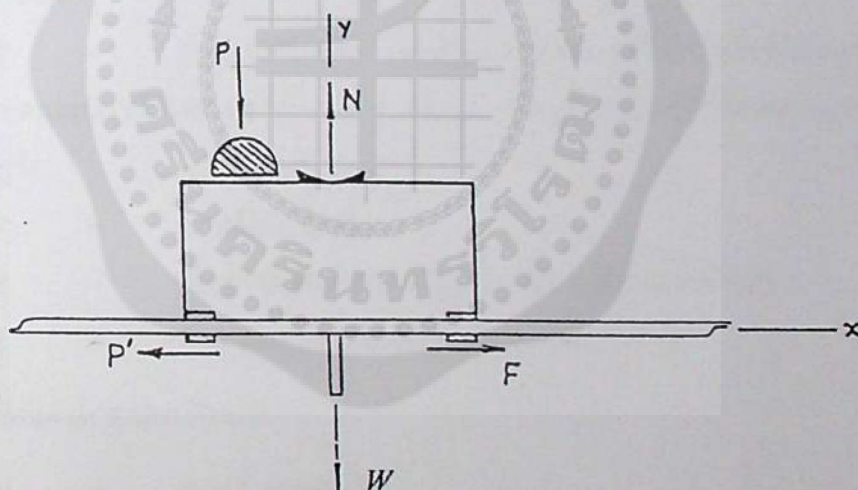
หลักการการทำงานของชุดป้อนตัด เป็นการป้อนงานในแนวตั้ง ทำการกดโดยใช้ชุดกดเคลื่อนที่ขึ้นลงในแนวตั้งให้มีการเคลื่อนที่บนสกรูโดยใช้มอเตอร์เป็นตัวบังคับในการเคลื่อนที่



**รูปที่ 3.3** แสดงหลักการทำงานของชุดป้อนกด

หลักการออกแบบของระบบส่งกำลัง สิ่งที่สำคัญของเครื่องชอยเอนกประสงค์ คือ ระบบส่งกำลังซึ่งจะมีการส่งกำลังจากมอเตอร์ไปยังชุดเฟืองซึ่งจะส่งกำลังไปยังสกรูโดยทำการกดให้เคลื่อนที่ไปมา

การหาแรงผลึก  $P$  ที่ทำให้ชุดเคลื่อนที่ขณะหยุดนิ่ง



**รูปที่ 3.4** แสดงแรงต่างๆที่กระทำกับชุดมีคตัด

- $W$  = น้ำหนักของวัตถุ,  $N$   
 $m$  = มวลของวัตถุ,  $kg$   
 $g$  = แรงโน้มถ่วงของโลก

$$\begin{aligned}
 \Sigma y &= 0 \\
 &= W + P = N \\
 &= mg + P = N \\
 \Sigma x &= 0 \\
 P' &= F ; \quad P' - F = 0
 \end{aligned}
 \tag{3.1}$$

$$\begin{aligned}
 \text{เนื่องจาก } F &= \mu N \\
 P' - \mu N &= 0 \\
 P' - \mu(mg + P) &= 0
 \end{aligned}
 \tag{3.2}$$

การคำนวณแรงเฉือนที่ใบมีดกระทำกับวัตถุ

$$\tau = \frac{F}{A}
 \tag{3.3}$$

กำหนด

$\tau$  = ค่าความเค้นเฉือน ; ค่าที่นำมาใช้คำนวณเป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดลองของเครื่องทดสอบแรงดึงอาหารเท่ากับ  $0.342 \text{ N/mm}^2$  (ข้อมูลจากภาควิชาวิศวกรรมอาหาร พระจอมเกล้า ธนบุรี)

$$\begin{aligned}
 F &= \text{แรงเฉือน, นิวตัน} \\
 A &= \text{พื้นที่หน้าตัดรวมของวัตถุที่ถูกเฉือน, ตารางมิลลิเมตร} \\
 n &= \text{จำนวนแถวของใบมีด เท่ากับ 50 แถว}
 \end{aligned}$$

แทนค่าในสมการที่ (3.3)

$$\begin{aligned}
 F &= 0.342 \times (110 \times 5) \\
 &= 188.1 \text{ N}
 \end{aligned}$$

แรงที่ใช้กดวัตถุจากสมการที่ (3.2)

$$P' - \mu (mg + P) = 0$$

เมื่อ  $P' = F$

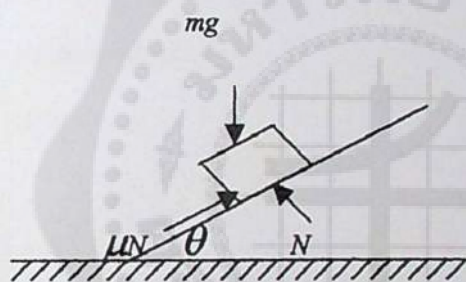
$$\therefore F - \mu (mg + P) = 0$$

$\mu$  = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างวัตถุ (มันเทศ) กับแผ่นเหล็ก (จากการทดลอง)

$$N = mg \cos \theta; \theta = 15^\circ, m = 0.4 \text{ kg}$$

$$\mu = \tan \theta$$

$$\mu = 0.268$$



$$P = 0.697 \text{ KN}$$

$$= 697.942 \text{ N}$$

### การคำนวณหาโมเมนต์บิดของสกรูส่งกำลังของชุดทด

สกรูส่งกำลังที่ใช้ในชุดทดเป็นเกลียวสี่เหลี่ยมหนึ่งปาก นุ่มเกลียว  $\phi = 0^\circ$  ดังนั้น โมเมนต์บิดที่ใช้กดวัตถุ (จากสมการที่ 2.25) คือ

$$\begin{aligned} T_R &= \frac{W \cdot d_m}{2} \left[ \frac{f_s + \tan \alpha}{1 - f_s \tan \alpha} \right] \\ &= \frac{697.942 \times 0.014}{2} \left[ \frac{0.2 + \tan 3^\circ}{1 - 0.2(\tan 3^\circ)} \right] \\ &= 1.25 \text{ N} \cdot \text{m}. \end{aligned}$$

### การคำนวณหาขนาดของมอเตอร์ของชุดทด

จากสมการที่ (2.12)

$$\begin{aligned} W_p &= T \cdot \omega \\ &= \frac{2\pi NT}{60} \\ &= \frac{2\pi \times 180 \times 1.25}{60} \\ &= 23.6 \text{ W} \end{aligned}$$

ทำให้เป็นแรงม้า

$$\begin{aligned} \text{HP} &= \frac{23.6}{746} \\ &= 0.032 \text{ HP} \end{aligned}$$

เนื่องจากประสิทธิภาพของเกียร์ทศรอบ และมอเตอร์มีค่าเท่ากับ 80% และ 70% ตามลำดับ ดังนั้น

$$\begin{aligned} \text{HP} &= \frac{0.032}{(0.8 \times 0.7)} \\ &= 0.057 \text{ HP} \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้นเลือกใช้มอเตอร์ขนาด 0.1 HP

### การคำนวณหาโมเมนต์บิดของสกรูส่งกำลังของชุดใบมีด

เนื่องจากสกรูส่งกำลังของชุดใบมีด เป็นเกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูมีมุมของเกลียว  $2\phi$  เท่ากับ  $30^\circ$  จากสมการที่ (2.17)

โมเมนต์บิดของสกรูส่งกำลังคือ

$$\begin{aligned} T_R &= \frac{W \cdot d_m}{2} \left[ \frac{f_s + \tan \alpha}{1 - f_s \tan \alpha} \right] \\ &= \frac{188.1 \times 0.015}{2} \left[ \frac{0.2 + \tan 2^\circ}{1 - 0.2(\tan 2^\circ)} \right] \\ &= 0.334 \text{ N} \cdot \text{m}. \end{aligned}$$

### โมเมนต์บิดจากการส่งกำลังของโช้

เนื่องจากโช้รับโมเมนต์บิดจากสกรูส่งกำลังซึ่งมีค่า  $0.334 \text{ N} \cdot \text{m}$ . ไปยังมอเตอร์ ดังนั้น กำลังที่ส่ง

$$\begin{aligned} W_p &= T \cdot \omega \\ &= \frac{2 \cdot \pi \cdot N \cdot T}{60} \\ &= \frac{2\pi \times 180 \times 1.25}{60} \\ &= 6.3 \text{ W} \end{aligned}$$

### กำลังที่ใช้ขับเคลื่อนโช้

$$P = W_p \cdot N_s$$

เมื่อ  $N_s =$  ตัวประกอบใช้งาน จากตารางภาคผนวก (2.3) ใช้กับงานกระตุกปานกลาง = 1.29

$$\begin{aligned} P &= 6.3 \times 1.29 \\ &= 8.13 \text{ W} \end{aligned}$$

การคำนวณหาขนาดของมอเตอร์ของชุดใบมีด

กำลังของมอเตอร์จะเท่ากับกำลังที่ใช้ขับเคลื่อนโซ่เท่ากับ 8.13 W

ทำให้เป็นแรงม้า

$$HP = \frac{8.13}{746}$$

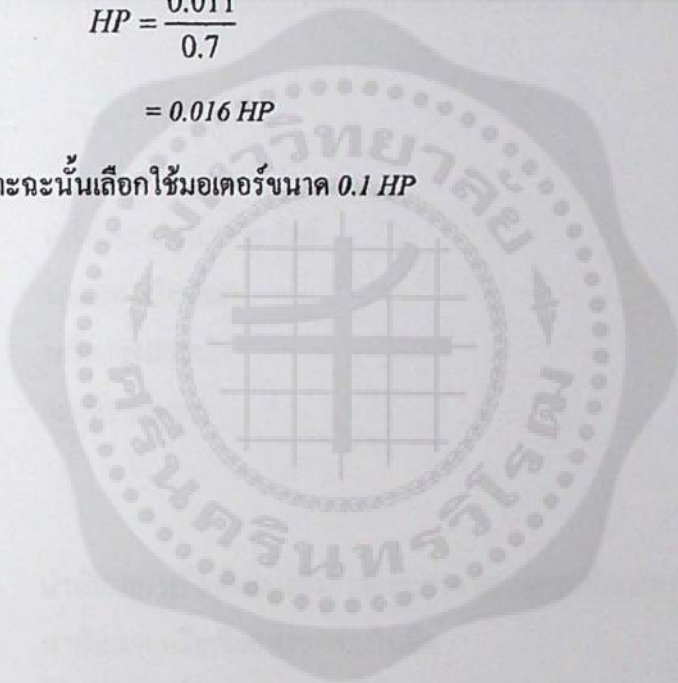
$$= 0.011 \text{ HP}$$

เนื่องจากประสิทธิภาพของมอเตอร์มีค่าเท่ากับ 70% ดังนั้น

$$HP = \frac{0.011}{0.7}$$

$$= 0.016 \text{ HP}$$

เพราะฉะนั้นเลือกใช้มอเตอร์ขนาด 0.1 HP



## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

#### การทดลองหาค่าประสิทธิภาพในการชอย

ในการทดลองการชอยมันเทศให้เป็นเส้นมีอุปกรณ์และวิธีการทดลองรวมทั้งผลการทดลองดังนี้

#### อุปกรณ์การทดลอง

1. เครื่องชอยเอนกประสงค์
2. มันเทศ หรือเผือก
3. เครื่องชั่งน้ำหนัก
4. นาฬิกาจับเวลา

#### วิธีการทดลอง

1. นำมันเทศ หรือเผือกมาทำความสะอาด และเอาเปลือกออก
2. นำมันเทศ หรือเผือกมาวางบนใบมีด
3. เปิดสวิทซ์เครื่องควบคุมการทำงานของมอเตอร์
4. เปิดสวิทซ์ของชุดทดลองมาที่วัดถุดิบ
5. เปิดสวิทซ์ของชุดตัดในแนวนอนเพื่อทำการชอย
6. ชอยมันเทศหรือเผือกจนหมด
7. เปิดสวิทซ์ยกชุดทดลองขึ้น
8. บันทึกผลการทดลอง
9. ปิดเครื่องทดสอบ

## ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลอง

(น้ำหนักเป็นกรัม)

ครั้งที่	นน. รวม	นน. ที่ได้จากการชอย		นน. เศษที่เหลือ	เวลา (นาที)
		นน. มันทศที่มี สมบูรณ์	นน. มันทศที่ไม่ สมบูรณ์		
1	354.82	299.2	18.28	37.07	2.36
2	371.01	321.98	17.18	30.85	2.18
3	393.33	324.03	18.30	50.90	2.33
4	401.81	343.51	16.75	40.95	2.54
5	386.84	332.9	17.50	36.24	2.14
6	418.51	367.39	18.01	32.81	2.74
7	430.03	381.59	17.65	30.59	2.13
8	434.52	380.38	16.82	36.92	2.80
9	365.82	314.77	17.55	33.04	2.29
10	425.44	368.96	17.32	38.86	2.90
เฉลี่ย	398.21	343.47	17.53	36.82	2.44

ตารางที่ 4.2 แสดงประสิทธิภาพในการชอย

เปอร์เซ็นต์มันเทศส่วนที่ สมบูรณ์	เปอร์เซ็นต์มันเทศส่วนที่ไม่ สมบูรณ์	ประสิทธิภาพในการชอย
83.32	5.14	89.48
86.78	4.63	91.41
82.38	4.65	87.03
85.49	4.17	89.03
86.06	4.52	89.66
87.78	4.30	90.58
88.74	4.10	92.84
87.54	3.87	91.41
86.04	4.80	93.12
86.72	4.07	90.79
เฉลี่ย 86.08	เฉลี่ย 4.43	เฉลี่ย 90.84

**หมายเหตุ** ขณะทำการชอยน้ำหนักของการชอยผลผลิตแต่ละชนิดจะเกิดการสูญเสียในตัวมันเองและบางส่วนอาจ ตกหล่น

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลอง

เครื่องชอยเอนกประสงค์นี้ นอกจากจะใช้ชอยมันเทศแล้วยังสามารถที่จะชอยมันฝรั่ง เผือก มะละกอหรือวัตถุดิบอื่นๆ ได้ อีกทั้งยังเป็นเครื่องทุ่นแรงและช่วยลดต้นทุนในการจ้างแรงงานคนอีกด้วย นอกจากนี้ยังสามารถนำไปปรับปรุงและพัฒนาเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรขนาดเล็กและขนาดกลางต่อไป

### สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองเครื่องชอยเอนกประสงค์ จะ ได้ค่าเฉลี่ยดังนี้

1. น้ำหนักของมันเทศก่อนการชอย 398.21 กรัม
2. น้ำหนักมันเทศที่สมบูรณ์ 343.47 กรัม
3. น้ำหนักมันเทศที่ไม่สมบูรณ์ 17.53 กรัม
4. น้ำหนักเศษที่เหลือ 36.82 กรัม
5. เวลาที่ใช้ในการชอย 2.44 นาที
6. เปอร์เซ็นต์มันเทศส่วนที่สมบูรณ์ 86.08 เปอร์เซ็นต์
7. เปอร์เซ็นต์มันเทศส่วนที่ไม่สมบูรณ์ 4.43 เปอร์เซ็นต์
8. ประสิทธิภาพในการชอย 90.84 เปอร์เซ็นต์

### ปัญหาที่พบ

1. ขนาดมันเทศที่มีลักษณะที่แตกต่างกันมาก

### ข้อเสนอแนะ

1. ควรเพิ่มความเร็วรอบของมอเตอร์
2. ควรดูแลรักษาใบมีดให้คมอยู่เสมอ
3. ควรเลือกมันเทศที่มีขนาดใกล้เคียงกัน

**บรรณานุกรม**

1. วรวิทย์ อึ้งภากรณ์, ชาญ ถนัดงาน การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 1, 2  
โรงพิมพ์ บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) 2541
2. วุฒิชัย กปิลกาญจน์ กลไกและพลศาสตร์ของเครื่องจักรกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ เกษตรศาสตร์ โรงพิมพ์ หจก. ฟิสิกส์เซนเตอร์ 4337755-7





ภาคผนวก



**ภาคผนวกที่ 1**  
**คุณสมบัติของเหล็ก**

ตารางภาคผนวกที่ 1.1 แสดงคุณสมบัติของเหล็กกล้า

MATERIAL	$E(\text{MN/m}^2)$	$\sigma_u(\text{MN/m}^2)$	$\sigma_y(\text{MN/m}^2)$	$\tau(\text{MN/m}^2)$	$\sigma(\text{MN/m}^2)$
St 37	210000	370	240	140	80000
St 50	210000	500	300	200	80000
St 60	210000	600	360	220	80000
St 70	210000	700	420	260	80000





ภาคผนวกที่ 2.

ไซ

ตารางภาคผนวกที่ 2.1 แสดงโซ่โรลเลอร์

โซ่	10	$d_1$	$b_1$	$d_2$	$b_3$	แรงแตกหัก kN		
						หนึ่งชั้น	สองชั้น	สามชั้น
08 A	12.70	7.95	7.95	3.96	11.31	13.83	27.66	41.50
08 B	12.70	8.51	7.75	4.45	11.43	17.85	31.20	44.54
10 A	15.875	10.16	9.53	5.68	13.97	21.78	43.56	65.33
10 B	15.875	10.16	9.65	5.08	13.41	22.27	44.54	66.81

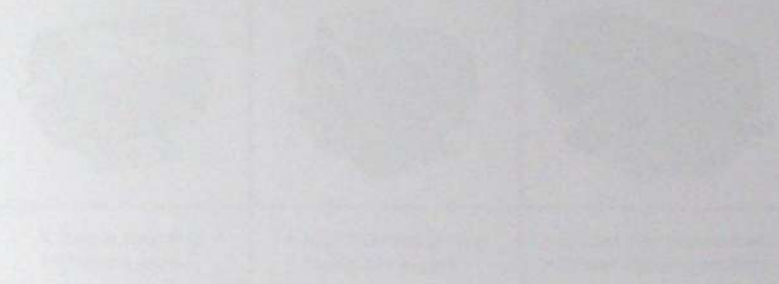
ตารางภาคผนวกที่ 2.2 แสดงมวลของโซ่โรลเลอร์

โซ่	มวลของโซ่ Kg/m		
	หนึ่งชั้น	สองชั้น	สามชั้น
08 A	0.60	1.22	1.83
08 A	0.68	1.34	1.99
10 B	0.98	1.96	2.95
10 B	0.85	1.70	2.55

ตารางภาคผนวกที่ 2.3 แสดงตัวประกอบใช้งานสำหรับแรงกระทำปานกลาง

จำนวนพื้น พิเนียน	ชนิดของโซ่ โรลเลอร์	อุปกรณ์บีบ		
		สม่ำเสมอ	กระตุกปานกลาง	กระตุกมาก
15	A	1.20	1.30	1.40
15	B	1.58	1.90	2.20
16	A	1.11	1.20	1.30
16	B	1.49	1.79	2.08
17	A	1.03	1.12	1.21
17	B	1.40	1.69	1.97
18	A	0.98	1.06	1.14
18	B	1.32	1.58	1.84




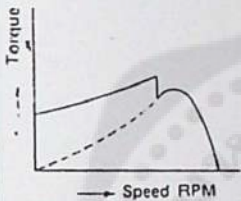
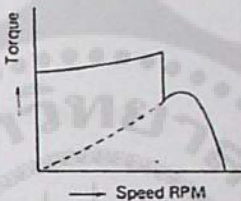
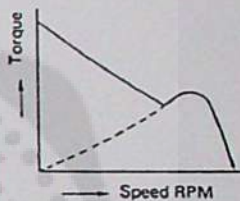
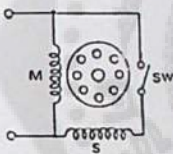
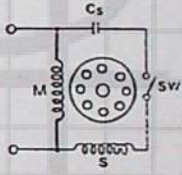
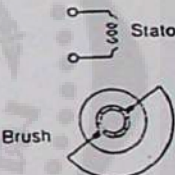
# SINGLE-PHASE INDUCTION MOTORS



ภาคผนวกที่ 3  
มอเตอร์




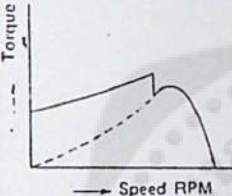
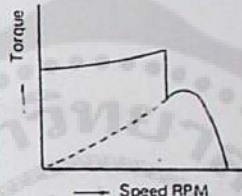
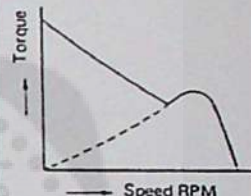
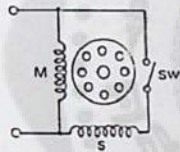
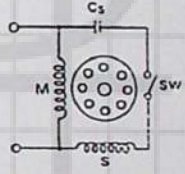
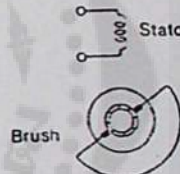
ตารางภาคผนวกที่ 3.1 แสดงข้อมูลทางเทคนิคของมอเตอร์

## SINGLE - PHASE INDUCTION MOTORS

Type	Split-phase starting motor			Capacitor starting motor				Repulsion starting motor				
Out Look												
Features	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simple structure</li> <li>• Cheaper price</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• High starting torque</li> <li>• Especially bigger</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Higher starting torque</li> <li>• Lower starting current</li> </ul>				
Characteristic Curves												
Connection	 <p>M : Main coil S : Starting coil SW : Centrifugal switch</p>			 <p>M : Main coil S : Starting coil SW : Centrifugal switch Cs : Capacitor</p>				 <p>Stator coil Brush</p>				
Application	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Drilling machine</li> <li>• Blower</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pump</li> <li>• Conveyor</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compressor</li> <li>• Agricultural machine</li> </ul>				
Model	SP-KR			SC-KR		SC-E			SI-K			
Output (HP)	1/4	1/3	1/2	1/2	1	1.5	2	3	5	1/2	1	1 3/4
Frame no.	A 71	B 71	80	80	90S	90L	100L	112M	132M	100 L	100 L	100 L
No. of poles	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Power Supply	1 ∅ 220V. 50 Hz.											
Full Load Current (A)	2.8	3.1	4.9	4.3	7.1	9.6	13.0	18.6	29.0	3.5	7.6	12.0
Full load speed (rpm)	1450	1440	1450	1420	1430	1450	1440	1450	1450	1455	1460	1450
Net Weight (Kg)	6.5	7.5	11.5	12	19	26	32	44	70	26.5	31	40

ตารางภาคผนวกที่ 3.1 แสดงข้อมูลทางเทคนิคของมอเตอร์

## SINGLE - PHASE INDUCTION MOTORS

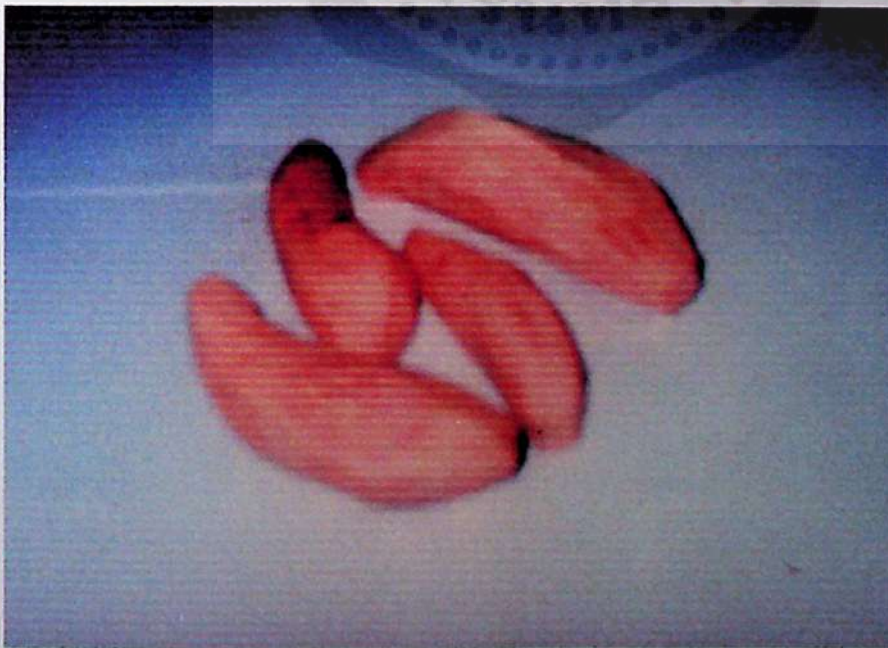
Type	Split-phase starting motor			Capacitor starting motor			Repulsion starting motor					
Out Look												
Features	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simple structure</li> <li>• Cheaper price</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• High starting torque</li> <li>• Especially bigger</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Higher starting torque</li> <li>• Lower starting current</li> </ul>					
Characteristic Curves												
Connection	 <p>M : Main coil S : Starting coil SW : Centrifugal switch</p>			 <p>M : Main coil S : Starting coil SW : Centrifugal switch Cs : Capacitor</p>			 <p>Stator coil Brush</p>					
Application	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Drilling machine</li> <li>• Blower</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pump</li> <li>• Conveyor</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compressor</li> <li>• Agricultural machine</li> </ul>					
Model	SP-KR			SC-KR			SC-E			SI-K		
Output (HP)	1/4	1/3	1/2	1/2	1	1.5	2	3	5	1/2	1	1 3/4
Frame no.	A71	B71	80	80	90S	90L	100L	112M	132M	100L	100L	100L
No. of poles	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Power Supply	1 Ø 220V. 50 Hz.											
Full Load Current (A)	2.8	3.1	4.9	4.3	7.1	9.6	13.0	18.6	29.0	3.5	7.6	12.0
Full load speed (rpm)	1450	1440	1450	1420	1430	1450	1440	1450	1450	1455	1460	1450
Net Weight (Kg)	6.5	7.5	11.5	12	19	26	32	44	70	26.5	31	40



ภาพภาคผนวก



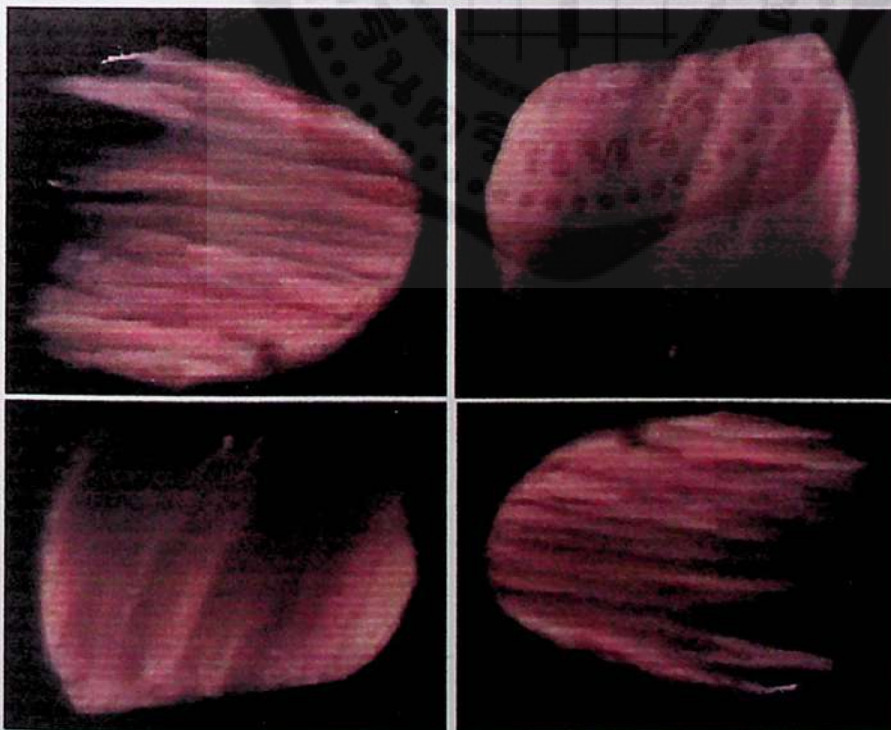
รูปที่ 1 แสดงภาพด้านหน้าของเครื่องขอยเอนกประสงค์



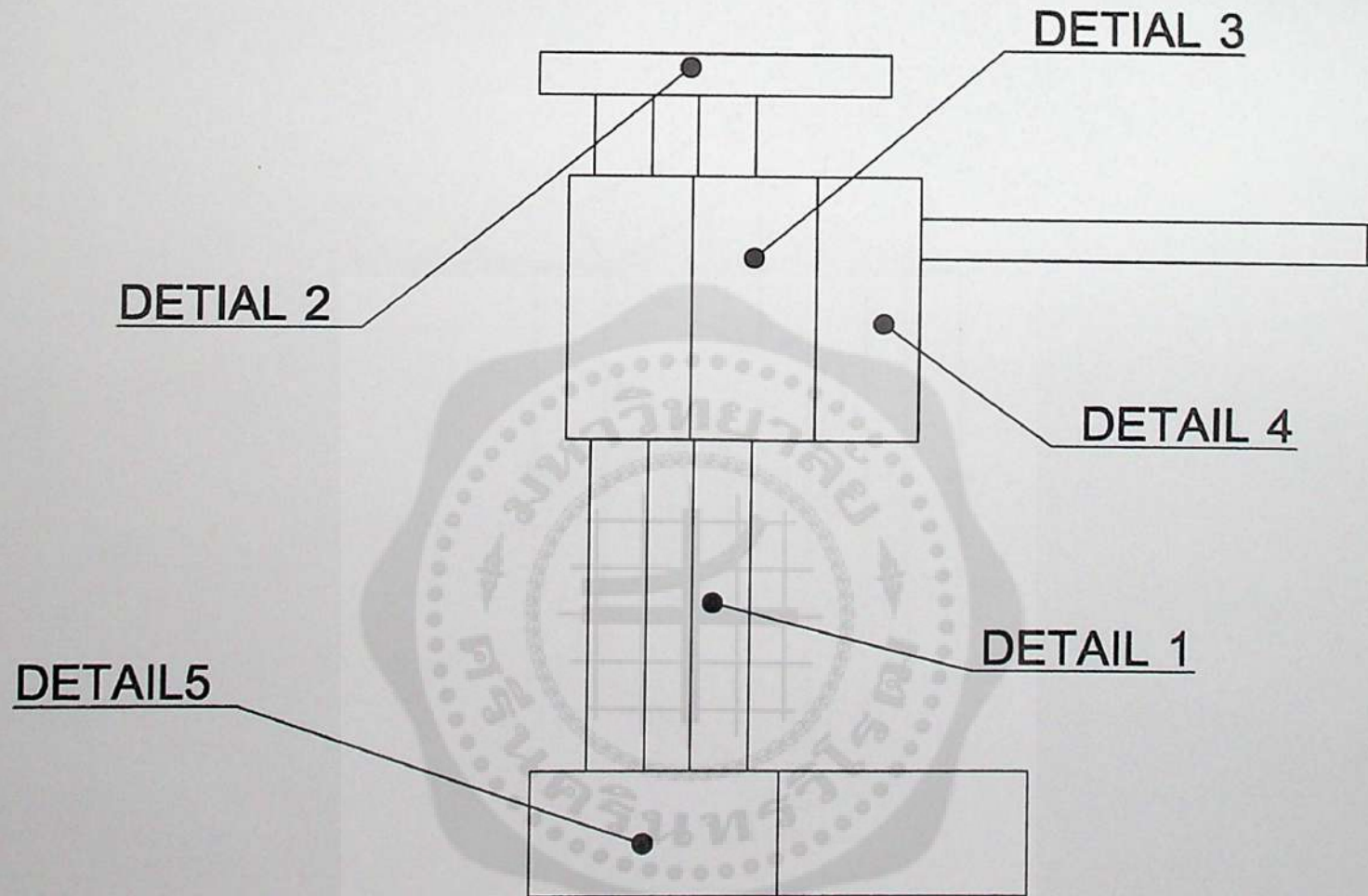
รูปที่ 2 แสดงภาพลักษณะของมันเทศก่อนการขอย



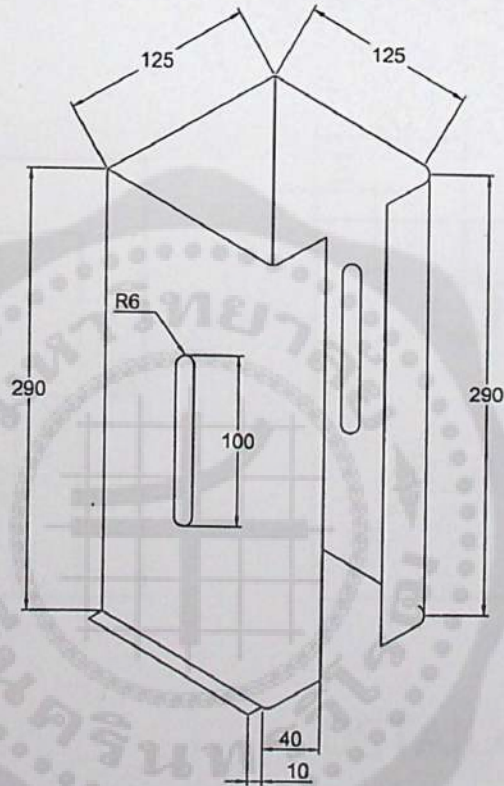
รูปที่ 3 แสดงภาพลักษณะของมันเทศที่ผ่านการชอย



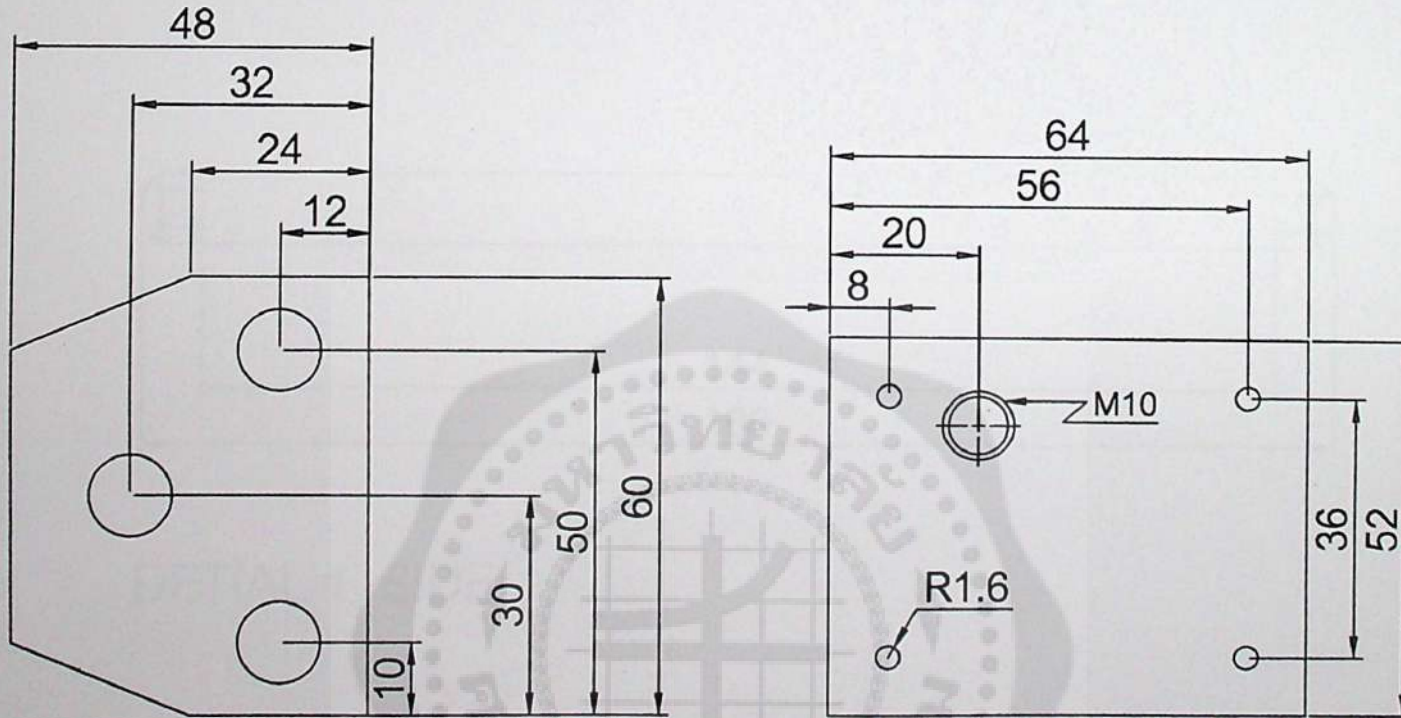
รูปที่ 4 แสดงภาพลักษณะของมันเทศที่เหลือจากการชอย



ลำดับ	จำนวน	ขนาดวัสดุ			มาตรฐาน	
ผู้เขียน นายธีระศักดิ์ นิ่มแก้ว	ผู้ตรวจ นายโกเมศ สมสุข	ผู้อนุมัติ อ.ประชา บุญยานิชกุล	ชื่อแฟ้ม	วันที่ 17/10/00	มาตราส่วน 1:1	
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์			ชุดกด			
			หมายเลขแบบ MT-00-01-01	แก้ไขครั้งที่	แผ่นที่	



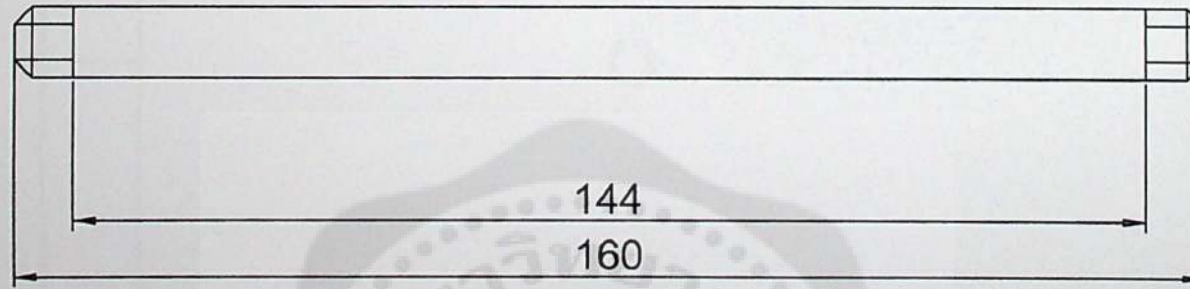
		ขนาดวัสดุ			มาตรฐาน	
ลำดับ	จำนวน					
ผู้เขียน นายธีระศักดิ์ นิ่มแก้ว	ผู้ตรวจ นายโกเมศ สมสุข	ผู้อนุมัติ อ.ประชา บุญยานิชกุล	ชื่อแฟ้ม	วันที่ 17/10/00	มาตราส่วน 1:1	
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์			กล่องใส่วัตถุ			
			หมายเลขแบบ MT-00-01-02	แก้ไขครั้งที่	แผ่นที่	



DETAIL3 TOP

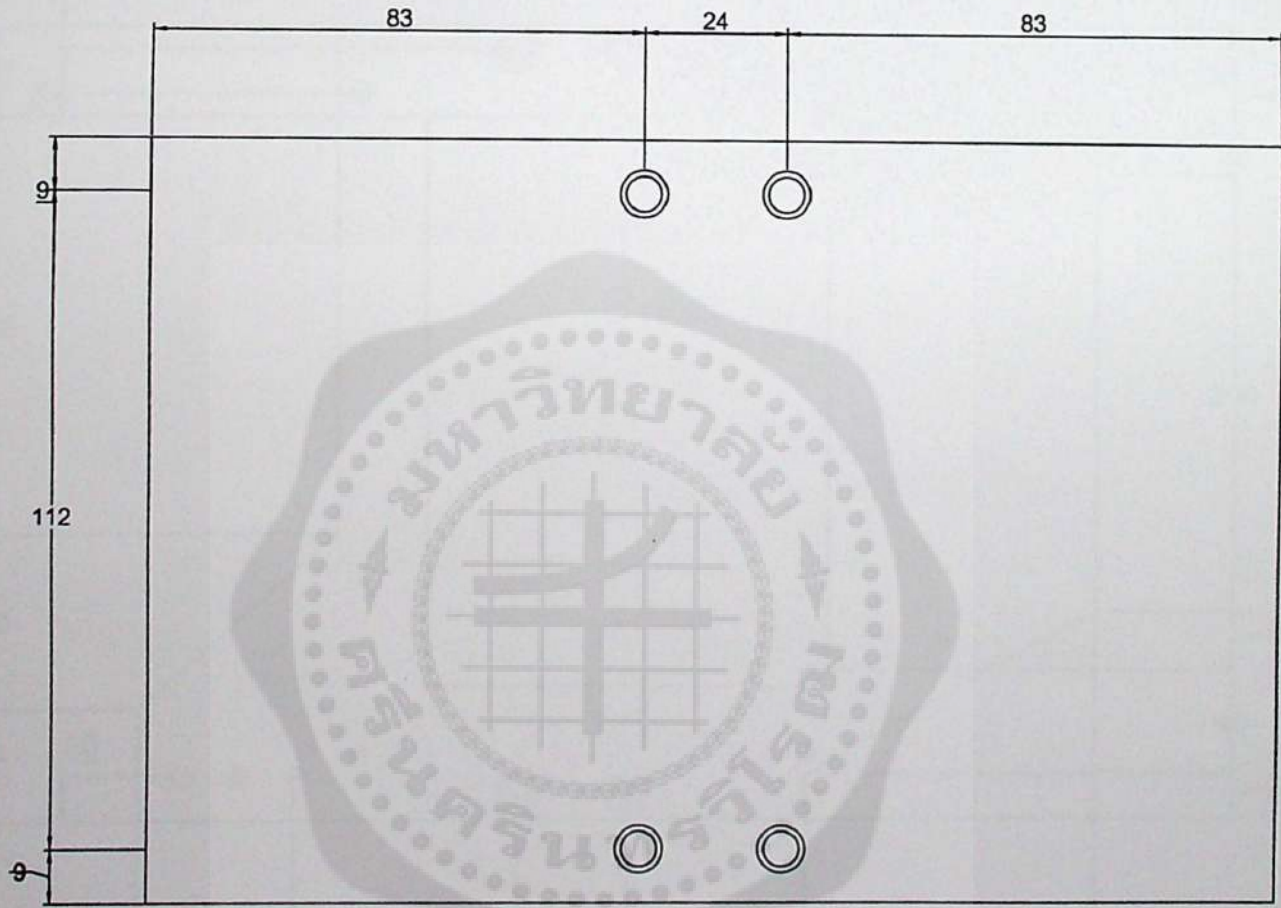
DETAIL4 FRONT

ลำดับ	จำนวน	ขนาดวัสดุ			มาตรฐาน	
ผู้เขียน นายธีระศักดิ์ นิมแก้ว	ผู้ตรวจ นายโกเมศ สมสุข	ผู้อนุมัติ อ.ประชา มุณขวานิชกุล	ชื่อพิมพ์	วันที่ 17/10/00	มาตราส่วน 1:1	
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์			แผนก			
			หมายเลขแบบ MT-00-01-03	แก้ไขครั้งที่	แผ่นที่	

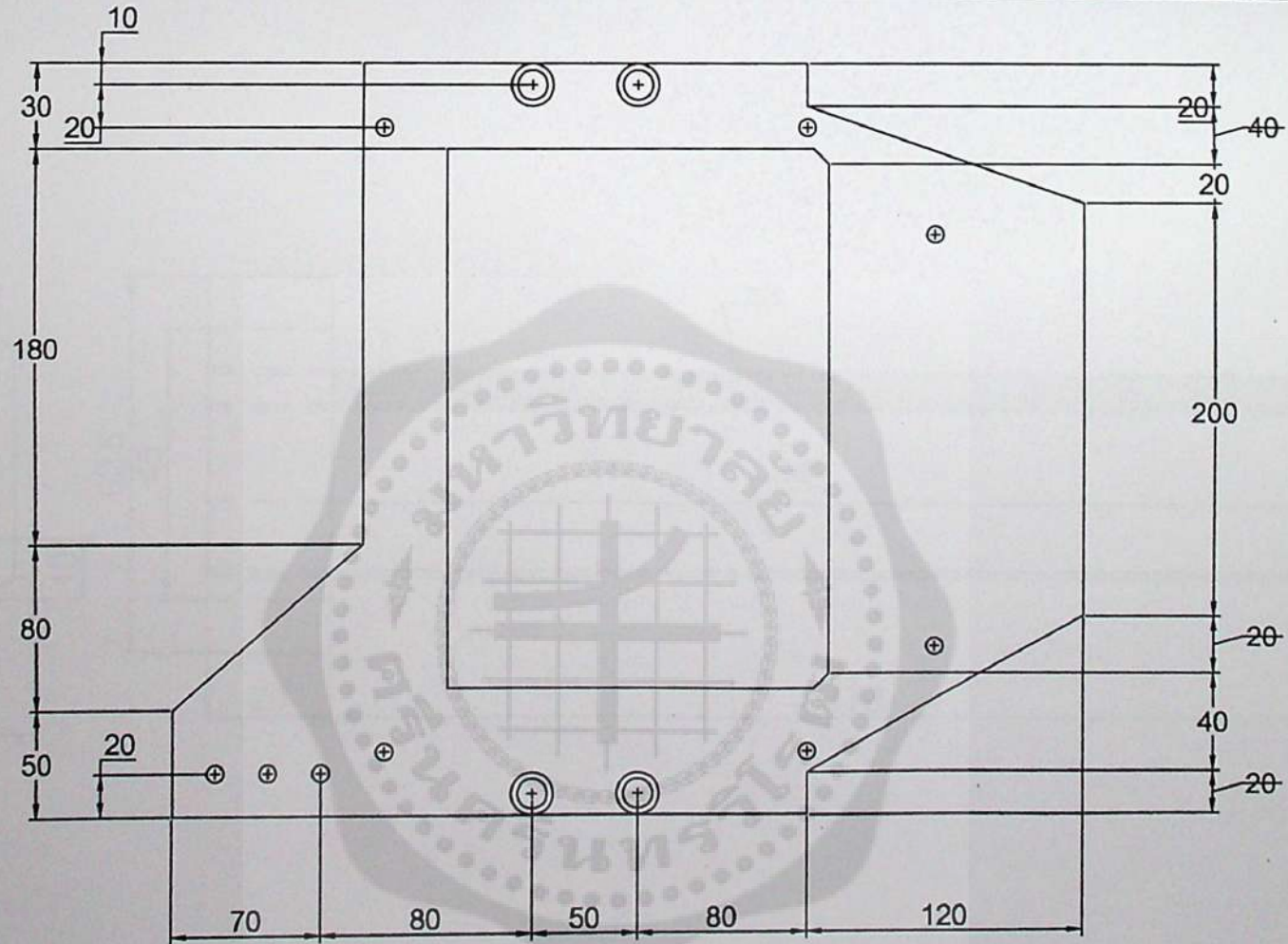


DETIAL 1 SIDE

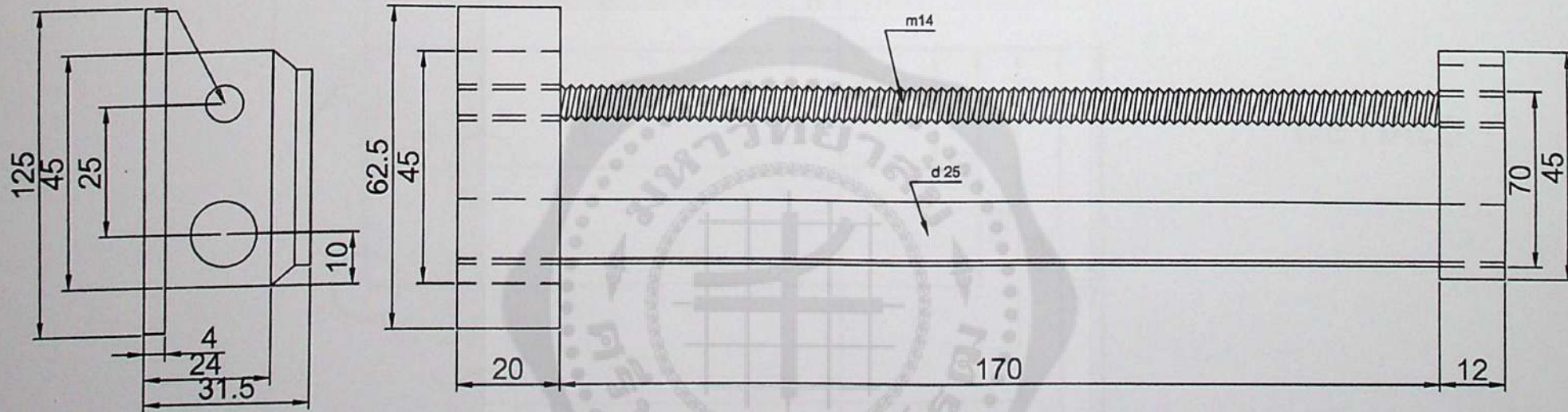
		ขนาดวัสดุ			มาตรฐาน	
ลำดับ	จำนวน					
ผู้เขียน นายธีระศักดิ์ นิ่มแก้ว	ผู้ตรวจ นายโกเมศ สมสุข	ผู้อนุมัติ อ.ประชา นุญยวานิชกุล	ชื่อแฟ้ม	วันที่ 17/10/00	มาตราส่วน 1:1	
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์			แขนกด			
			หมายเลขแบบ MT-00-01-04	แก้ไขครั้งที่	แผ่นที่	



ลำดับ	จำนวน	ขนาดวัสดุ			มาตรฐาน	
ผู้เขียน นายธีระศักดิ์ นิ่มแก้ว	ผู้ตรวจ นายโกเมศ สมสุข	ผู้อนุมัติ อ.ประชา บุญขวานิชกุล	ชื่อแท้ม	วันที่ 17/10/00	มาตราส่วน 1:1	
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์			ชุดฐานคัมมิตัด			
			หมายเลขแบบ MT-00-01-05	แก้ไขครั้งที่	แผ่นที่	

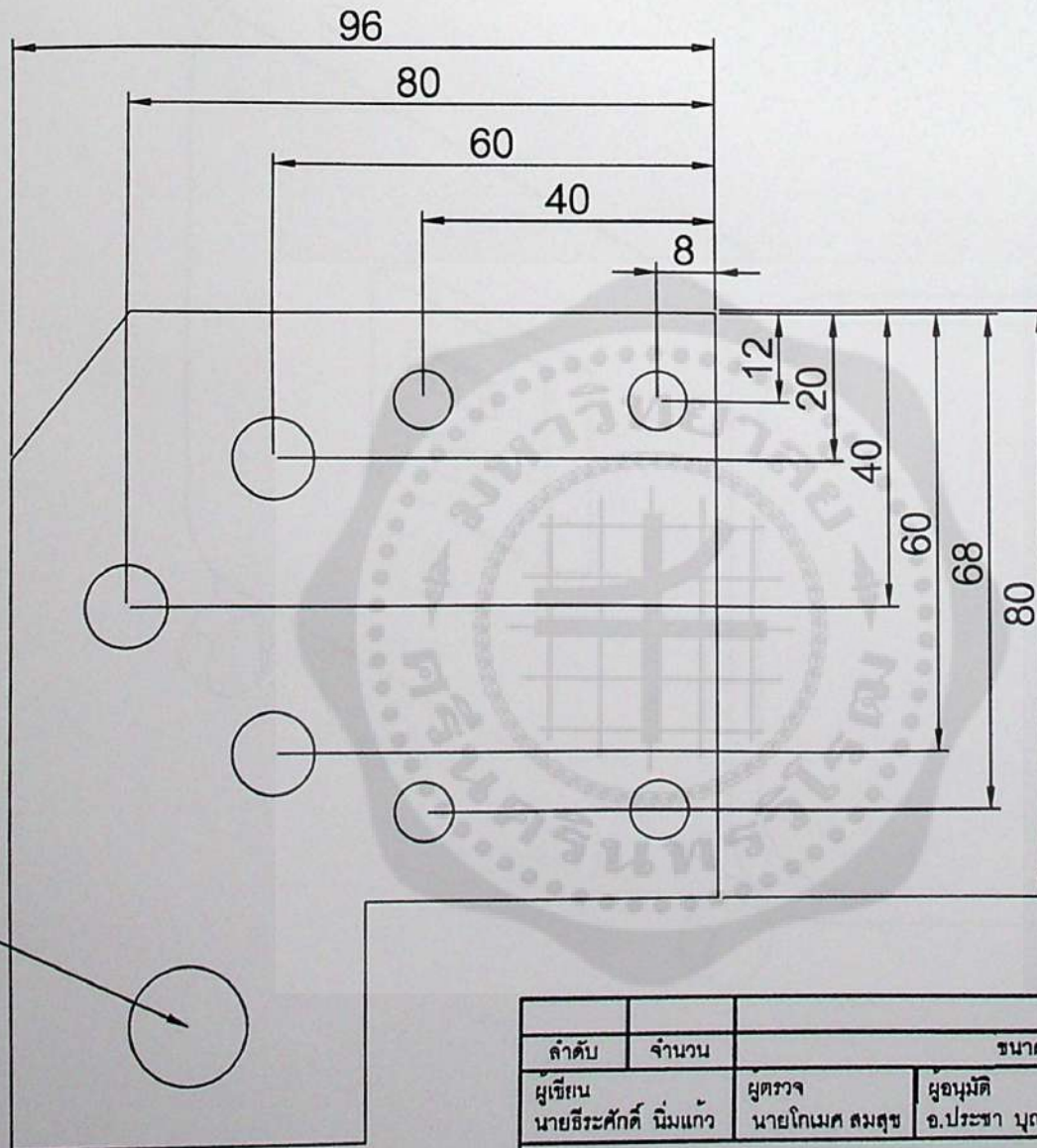


ลำดับ	จำนวน	ขนาดวัสดุ			มาตรฐาน	
ผู้เขียน นายธีระศักดิ์ นิ่มแก้ว	ผู้ตรวจ นายโกเมศ สมสุข	ผู้อนุมัติ อ.ประชา บุญยวานิชกุล	ชื่อแผ่น	วันที่ 17/10/00	มาตราส่วน 1:1	
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์			ฐานติดตั้งชุดตัดแนวอน			
			หมายเลขแบบ MT-00-01-06	แก้ไขครั้งที่	แผ่นที่	



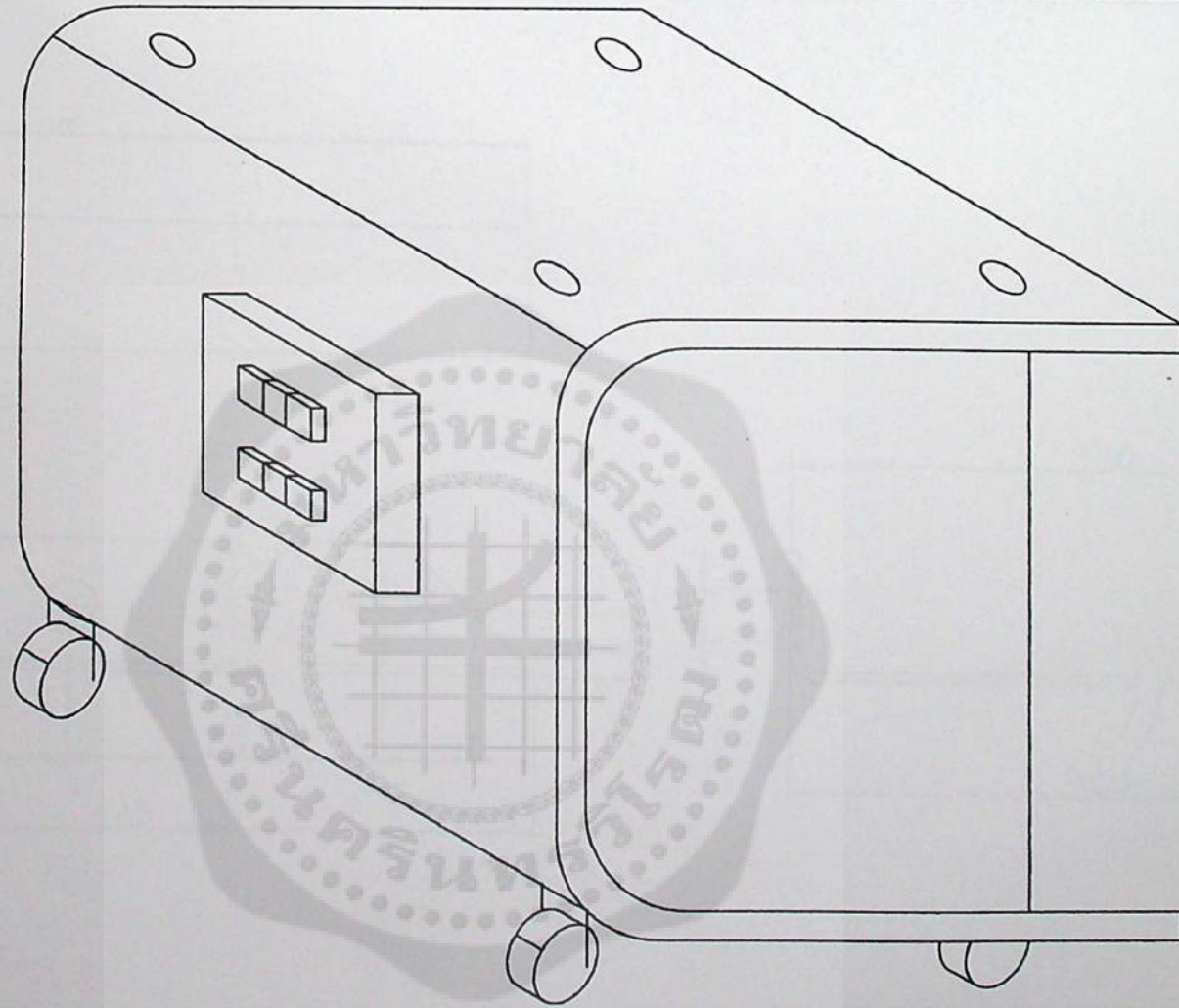
ลำดับ	จำนวน	ขนาดวัสดุ			มาตรฐาน	
ผู้เขียน นายธีระศักดิ์ นิมแก้ว	ผู้ตรวจ นายโกเมศ สมสุข	ผู้ออกแบบ อ.ประชา บุญขวานิชกุล	ชื่อแฟ้ม	วันที่ 17/10/00	มาตรฐาน 1:1	
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์			ชุดคอมตัดในแนวนอน			
			หมายเลขแบบ MT-00-01-07	แก้ไขครั้งที่	แผ่นที่	

moter

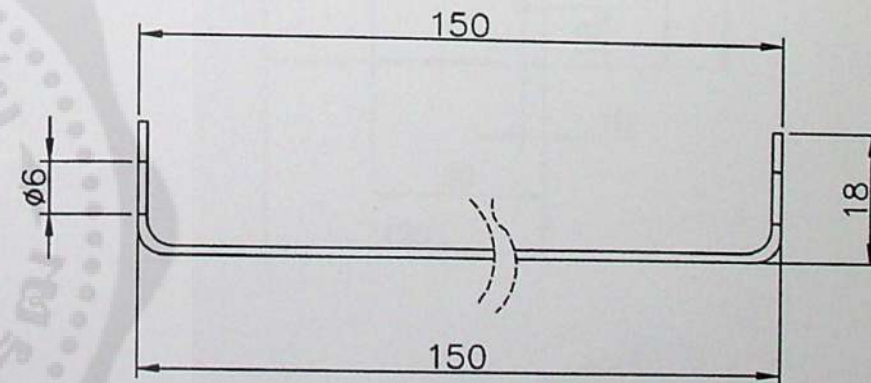
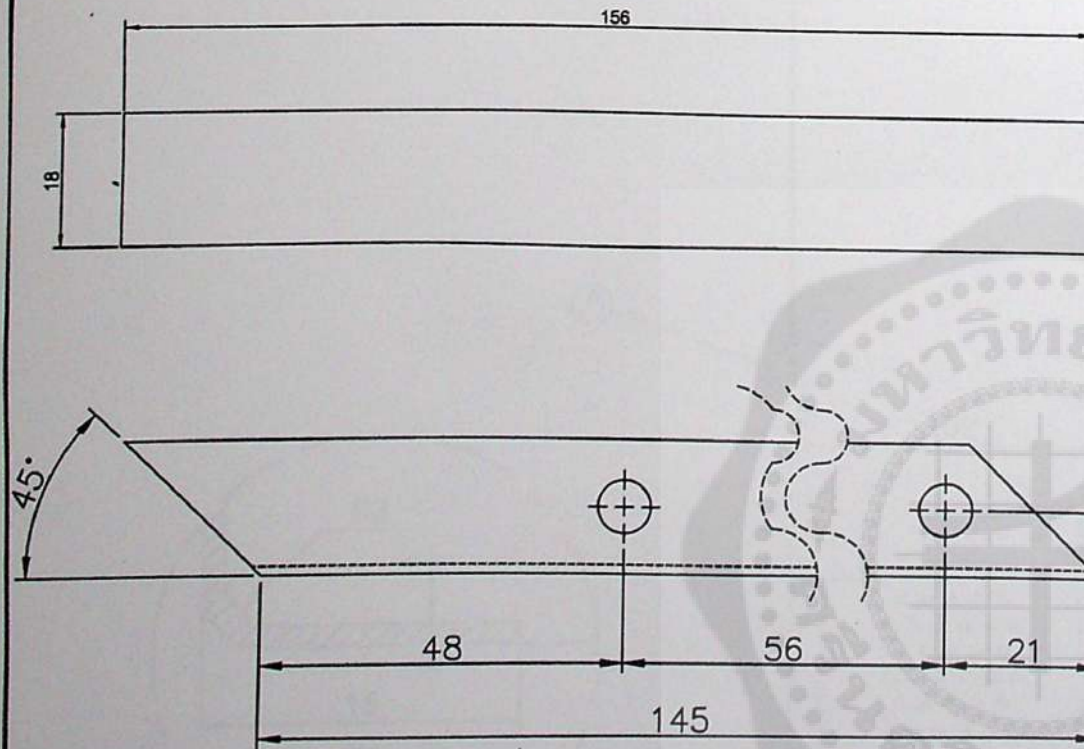


DETIAL5

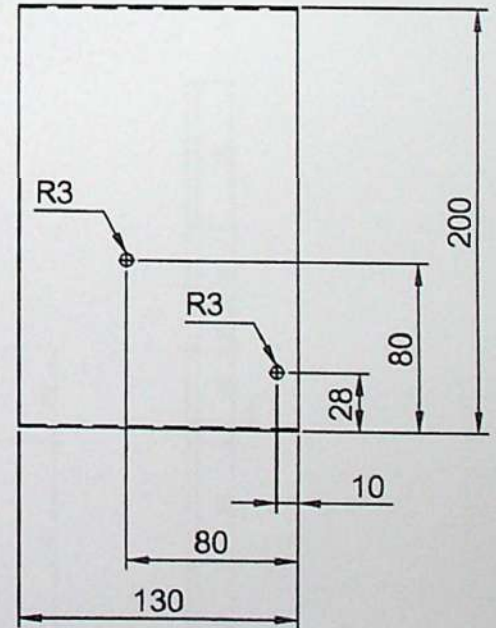
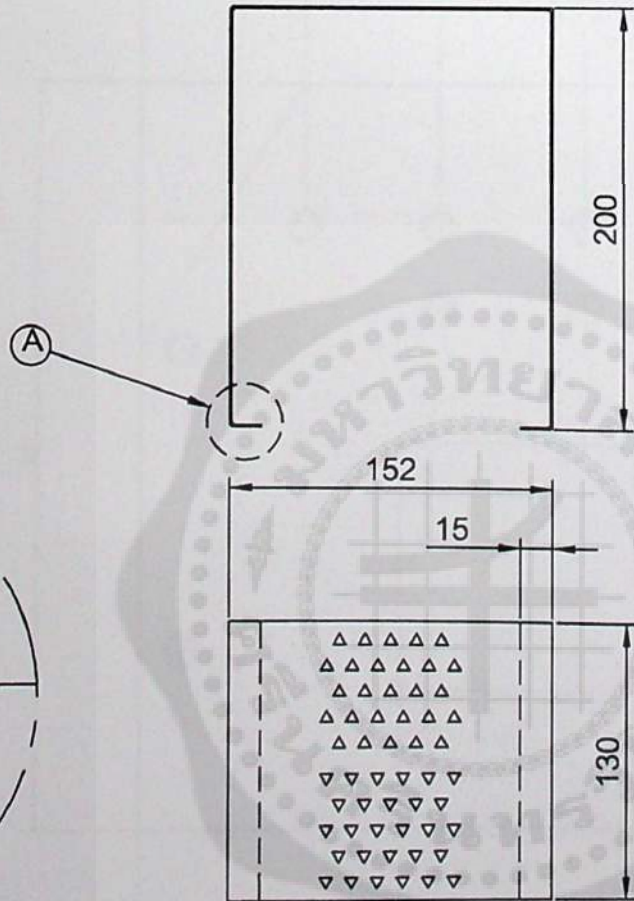
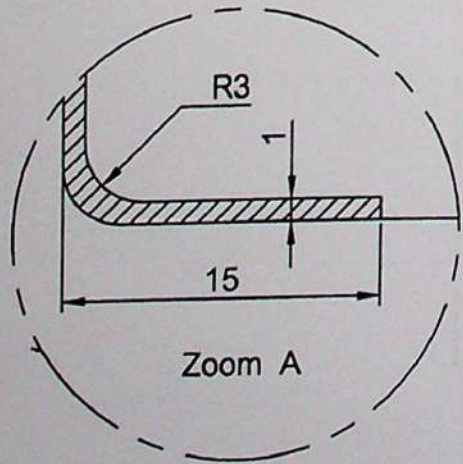
ลำดับ	จำนวน	ขนาดวัสดุ			มาตรฐาน	
ผู้เขียน นายธีระศักดิ์ นิ่มแก้ว	ผู้ตรวจ นายโกเมศ สมสุข	ผู้อนุมัติ อ.ประชา บุญยานิชกุล	ชื่อแฟ้ม	วันที่ 17/10/00	มาตราส่วน 1:1	
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์			ฐานติดตั้งมอเตอร์ชุดกค			
			หมายเลขแบบ MT-00-01-08	แก้ไขครั้งที่	แผ่นที่	



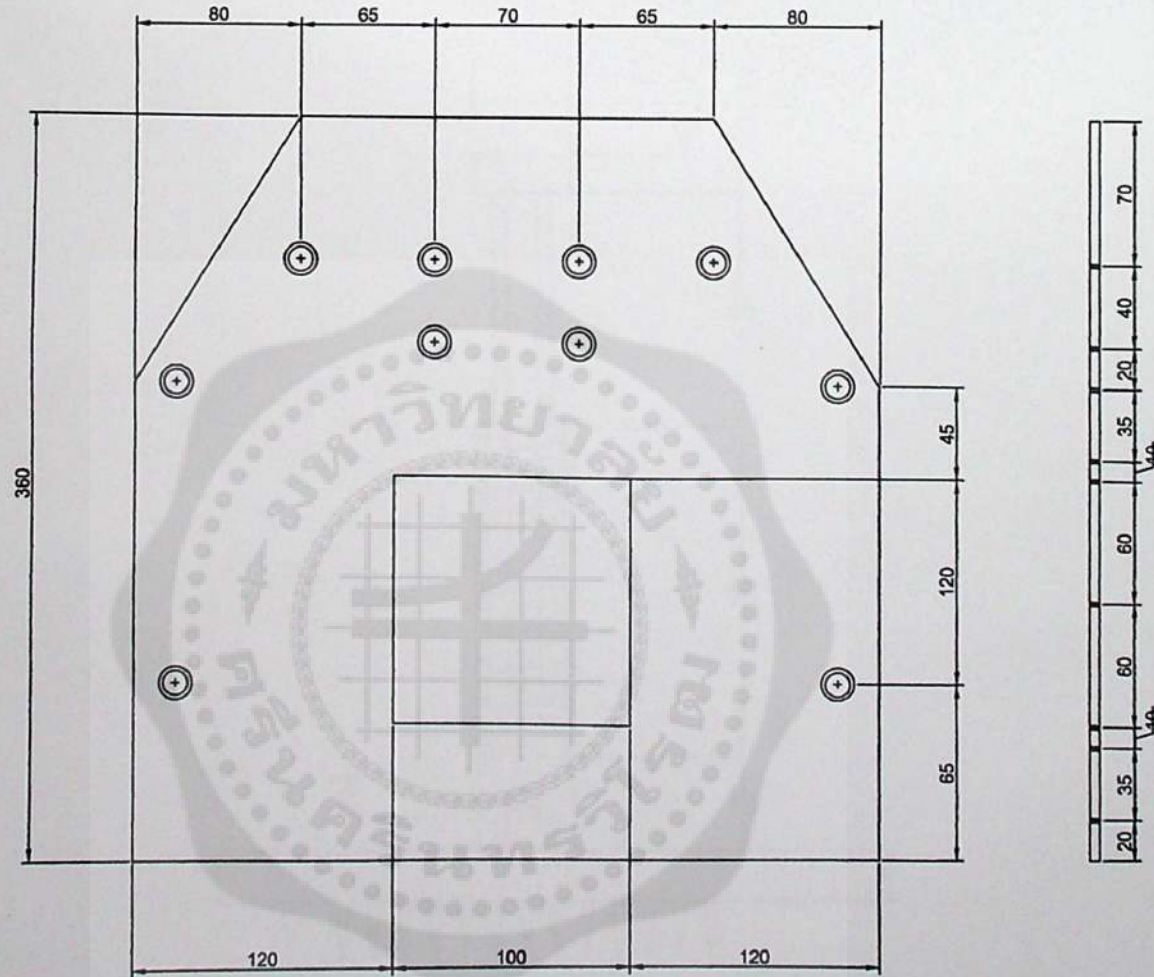
		ขนาดวัสดุ			มาตรฐาน	
ลำดับ	จำนวน					
ผู้เขียน นายธีระศักดิ์ นิมแก้ว	ผู้ตรวจ นายโกเมศ สมสุข	ผู้อนุมัติ อ.ประชา นุณยวานิชกุล	ชื่อแฟ้ม	วันที่ 17/10/00	มาตรฐาน 1:1	
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์			โครงสร้างฐาน			
			หมายเลขแบบ MT-00-01-09	แก้ไขครั้งที่	แผ่นที่	



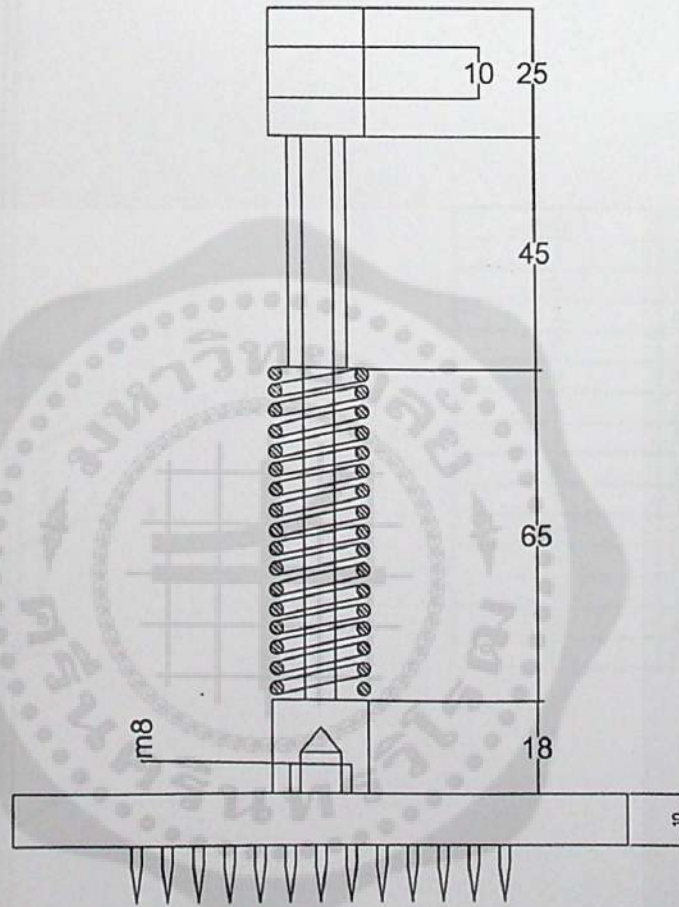
ลำดับ	จำนวน	ขนาดวัสดุ			มาตรฐาน	
ผู้เขียน นายธีระศักดิ์ นิมแก้ว	ผู้ตรวจ นายโกเมศ สมสุข	ผู้อนุมัติ อ.ประชา บุญยวานิชกุล	ชื่อแฟ้ม	วันที่ 17/10/00	มาตรฐาน 1:1	
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์			<u>จุดรับวัดจุดดิน</u>			
			หมายเลขแบบ MT-00-01-10	แก้ไขครั้งที่	แผ่นที่	



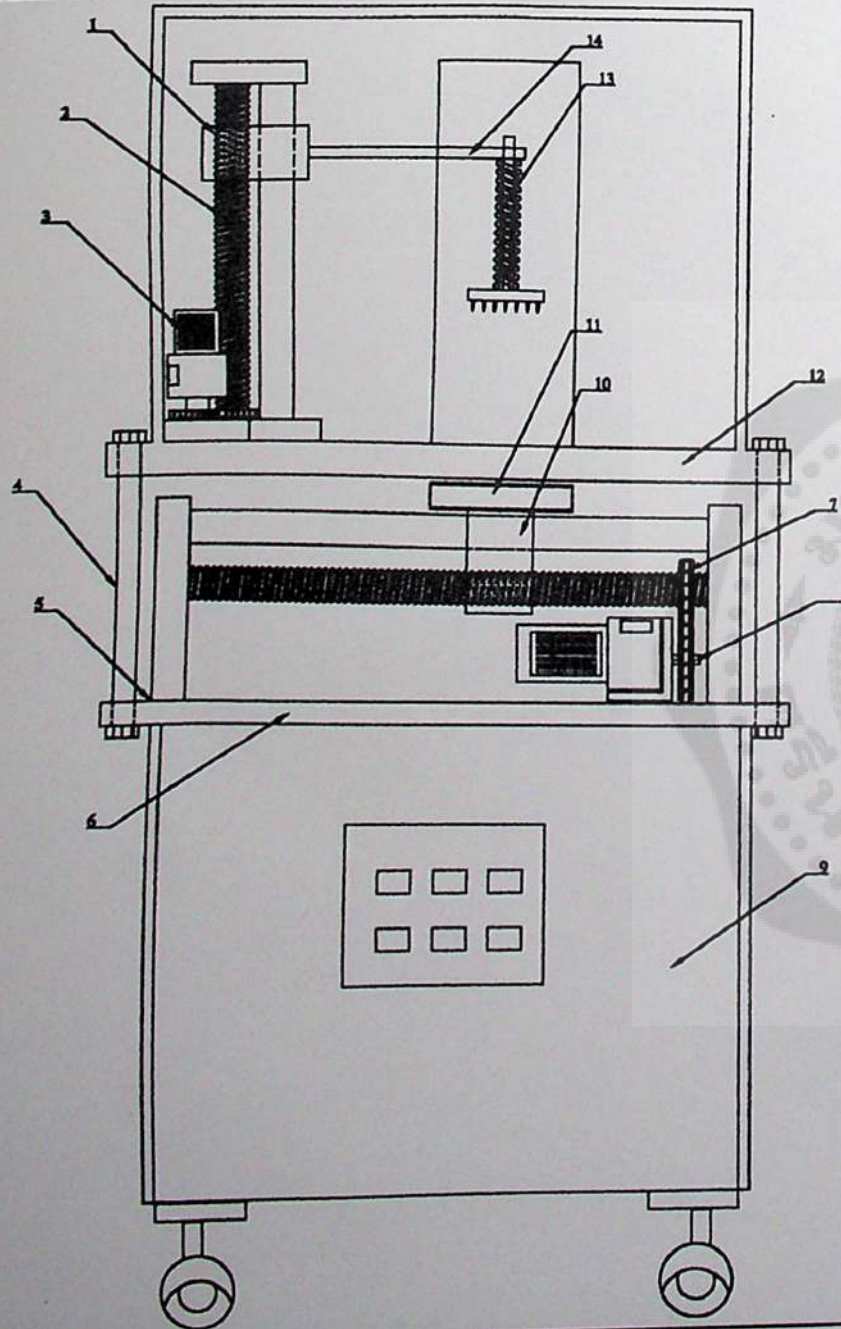
ลำดับ	จำนวน	ขนาดวัสดุ			มาตรฐาน	
ผู้เขียน นายธีระศักดิ์ นิมแก้ว	ผู้ตรวจ นายโกเมศ สมสุข	ผู้อนุมัติ อ.ประชา บุญยวานิชกุล	ชื่อแฟ้ม	วันที่ 17/10/00	มาตรฐาน 1:1	
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์			ชุดคอมดัด			
			หมายเลขแบบ MT-00-01-11	แก้ไขครั้งที่	แผ่นที่	



ลำดับ	จำนวน	ขนาดวัสดุ			มาตรฐาน	
ผู้เขียน นายธีระศักดิ์ นิมแก้ว	ผู้ตรวจ นายโกเมศ สมลสุข	ผู้อนุมัติ อ.ประชา บุญยวานิชกุล	ชื่อแฟ้ม	วันที่ 17/10/00	มาตราส่วน 1:1	
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์			ฐานรองชุดมิตัด			
			หมายเลขแบบ MT-00-01-12	แก้ไขครั้งที่	แผ่นที่	



ลำดับ	จำนวน	ขนาดวัสดุ			มาตรฐาน	
ผู้เขียน นายธีระศักดิ์ นิมแก้ว	ผู้ตรวจ นายโกเมศ สมสุข	ผู้อนุมัติ อ.ประชา บุญยวานิชกุล	ชื่อแฟ้ม	วันที่ 17/10/00	มาตราส่วน 1:1	
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์			แผนก			
			หมายเลขแบบ	MT-00-01-13	แก้ไขครั้งที่	แผ่นที่



ลำดับที่	รายการ
1	จุดประกอบแกนขึ้น
2	สกรูเคลื่อนที่แกนตั้ง
3	มอเตอร์
4	เขาสีดโครง
5	บุชขึง
6	ฐานรองชุดไฮดรอนวนอน
7	โซ่
8	แกนมอเตอร์
9	โครง
10	ฐานรองโม่มีดตัด
11	โม่มีด
12	ฐานรองชุด ป้อนตัด
13	สกรูขึง
14	แขนกดมัน

ลำดับ	จำนวน	ขนาดวัสดุ			มาตรฐาน	
ผู้เขียน นายธีระศักดิ์ นิมแก้ว	ผู้ตรวจ นายโกเมศ สมสุข	ผู้อนุมัติ อ.ประชา บุณยวานิชกุล	ชื่อแผ่น	วันที่ 17/10/00	มาตราส่วน 1:1	
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์			โครงสร้างภาพรวม			
			หมายเลขแบบ	แก้ไขครั้งที่	แผ่นที่	

### ประวัติผู้จัดทำ

นายโกเมศ	สมสุข
ภูมิลำเนา	7 หมู่ 2 ต. ขนาบนาก อ.ปากพนัง จ. นครศรีธรรมราช
การศึกษา	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช อ.เมือง จ. นครศรีธรรมราช ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคใต้ อ.เมือง จ. สงขลา
นายธีระศักดิ์	นึ่งแก้ว
ภูมิลำเนา	66 หมู่ 8 ต. เขียวเขา อ.เฉลิมพระเกียรติ จ. นครศรีธรรมราช
การศึกษา	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สถาบันช่างฝีมือहार เขตจตุจักร จ. กรุงเทพมหานคร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
นายไพรัชฎ์	หนองบัว
ภูมิลำเนา	47 หมู่ 4 ต.เสาไห้ อ.เสาไห้ จ. สระบุรี
การศึกษา	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี อ.เมือง จ.สระบุรี ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี อ.เมือง จ.สระบุรี