

เอกสารอ้างอิง



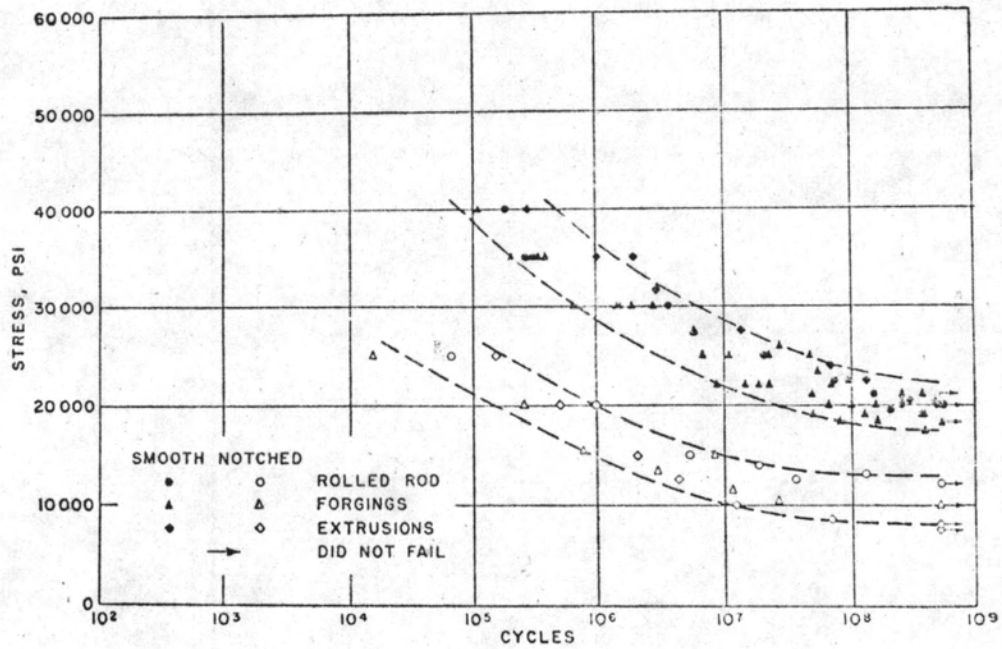
1. Raymond C. Binber. Fluid Mechanics. 1st ed. Prentice-Hall Inc., 1973.
2. Jacob Shapiro. Principles of Helicopter Engineering. 1st ed.
New York: McGraw-Hill Book Co., 1955.
3. Terance V. Duggan, and James Byrne. Fatigue as a Design
Criterion. London: The Macmillan Press. Ltd., 1977.
4. James A. Graham. Fatigue Design Handbooks. Society of Auto-
motive Engineers Inc., 1968.
5. Timoshenko, S. Strength of materials. 3rd ed. New York: Van
Nostrand Reinhold Co., 1956.
6. A Tentative Guide for Fatigue Testing and the Statistical
Analysis of Fatigue Data. STP. No. 91-A. Philadelphia:
American Society for Testing Materials., 1958.
7. Cedric W. Richards. Engineering Materials Science. New Delhe:
Prentice-Hall of India., 1960.
8. SAE Handbooks. Part 1. New York: Society of Automotive
Engineers Inc., 1974.
9. วิชา ธรรมมงคล, อำนวย พานิชกุล, และวินิต ซอวีเชียร. กำลังวัสดุ
กรุงเทพมหานคร: โดยผู้แต่ง 94 พหลโยธิน ซอย 1, 2518.
10. Oscar J. Horger. Metal Engineering Design. 2nd ed. Sydney:
McGraw-Hill Book Co., 1965.
11. Joseph E. Shigley. Mechanical Engineering Design. 2nd ed.
Tokyo: McGraw-Hill Kogakusha Ltd., 1972.

12. C.W. Ham, E. J. Crane , and W. L. Rogers. Mechanics of Machinery.
3rd ed. London: McGraw-Hill Book Co., 1948.
13. Taylor Lyman. Metal Handbooks. Vol.1 8th ed. Ohio: American
Society for Metals., 1961.
14. James H. Dwinell. Principles of Aerodynamics. 1st ed. New York:
McGraw - Hill Book Co., Inc. 1949.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

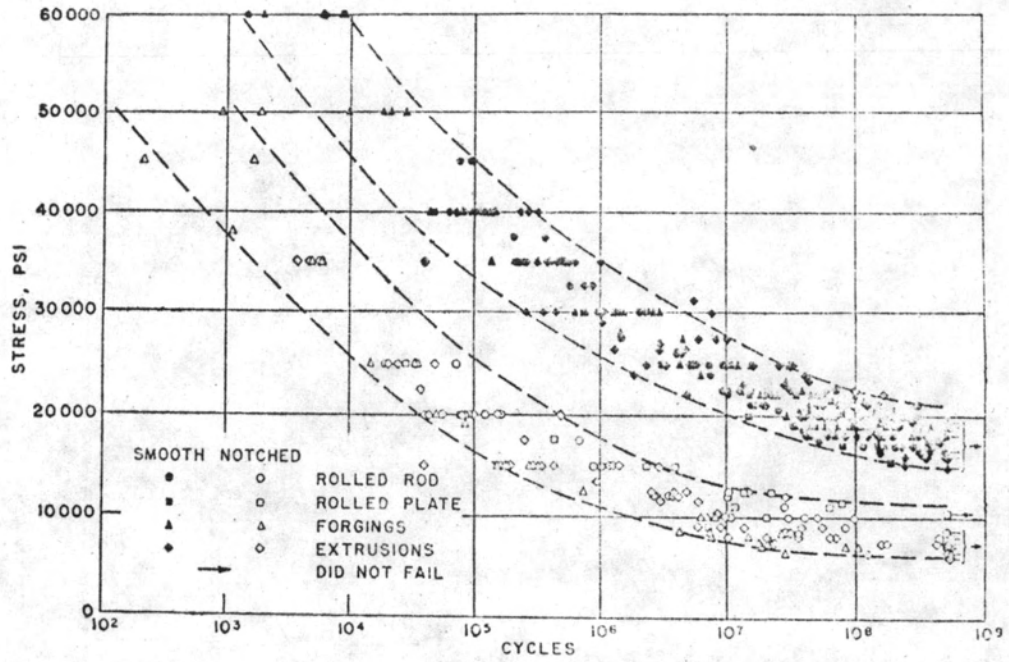
S-N Curve ของอลูมิเนียมผสมและตัวประกอบความล้า



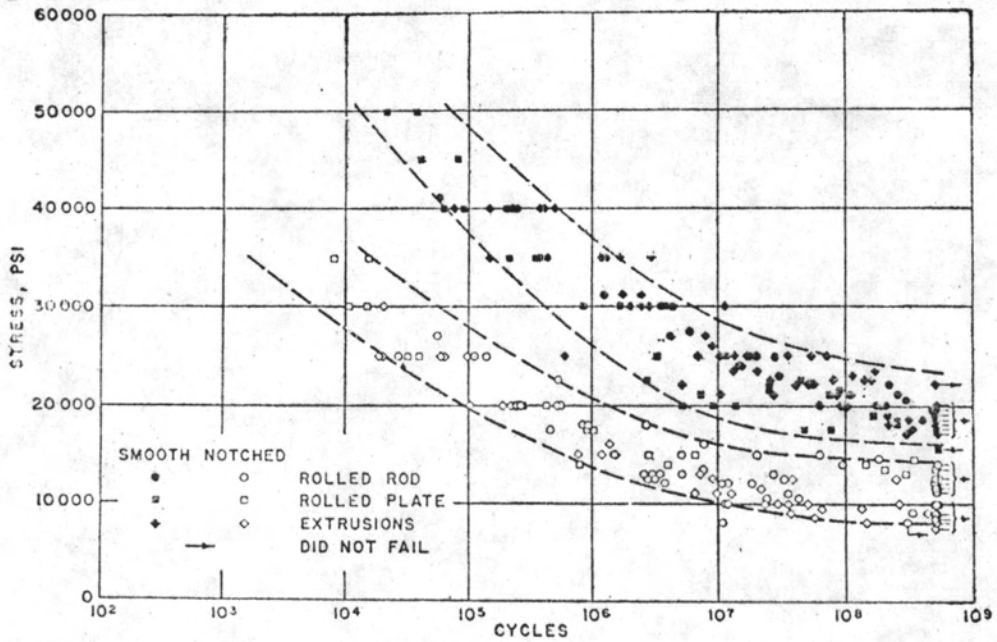
รูป ก-1. แสดงผลทดสอบความล้าแบบคานหมุนสำหรับอลูมิเนียม 2014-T4

ตาราง ก. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Standardized variable กับเปอร์เซ็นต์การรูดของชิ้นงาน

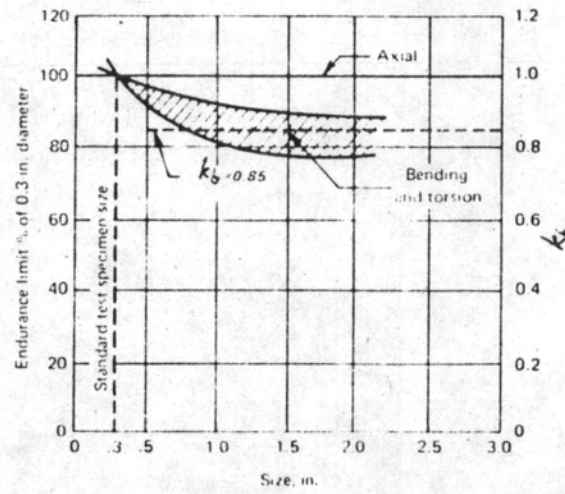
เปอร์เซ็นต์การรูด	Standardized variable
50	0
90	1.645
95	1.960



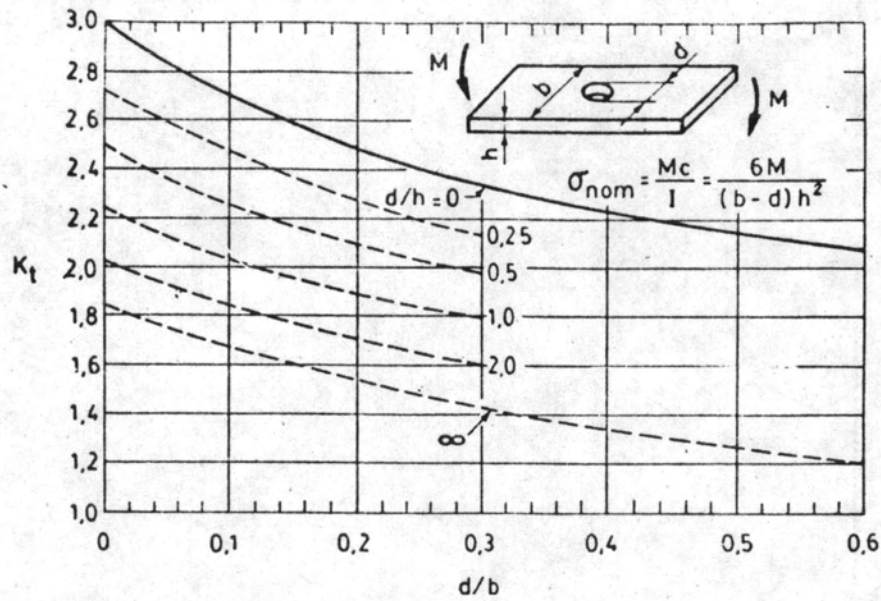
รูป ก-2. แสดงผลการทดสอบความล้าแบบคานหมุนของอลูมิเนียมผสม 2014-T6



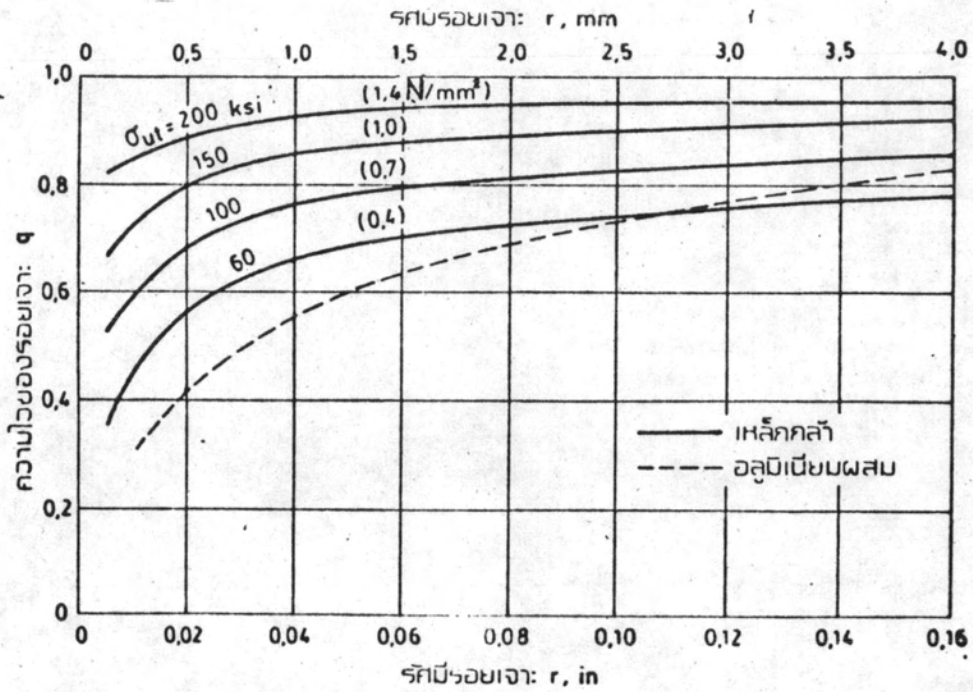
รูป ก-3. แสดงผลการทดสอบความล้าแบบคานหมุนสำหรับอลูมิเนียมผสม 2024-T4



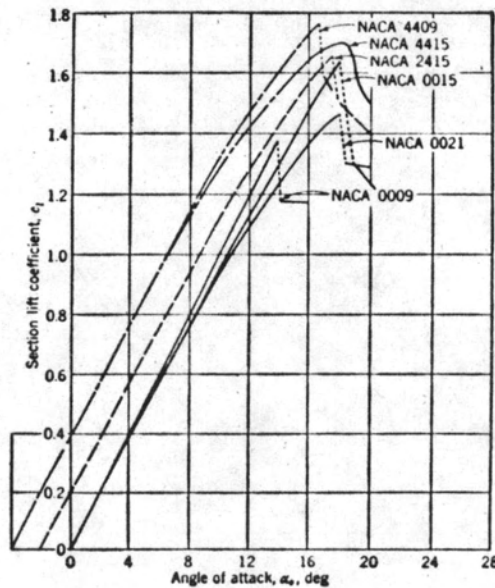
รูป ก-4. กราฟแสดงผลเนื่องจากขนาด



รูป ก-5. แสดงค่าตัวประกอบความเค้นหนาแน่นทางทฤษฎีของแผ่นโลหะ มีรูเจาะตรงกลางอยู่ภายใต้แรงกด



รูป ก-6. แผนภูมิแสดงความไวของรอยเจาะที่อยู่ภายใต้แรงค้ำกลับไปกลับมา หรือแรงค้ำกดสลับกันในแนวแกน



รูป ก-7. แสดงค่าสัมประสิทธิ์แรงยก C_l ของหน้าค้ำปีกแบบต่าง ๆ

ภาคผนวก ข.

ภาพ Drawing และรายละเอียดของเครื่องทดสอบความล้า

ตาราง ข. แสดงรายละเอียดของเครื่องทดสอบความล้า

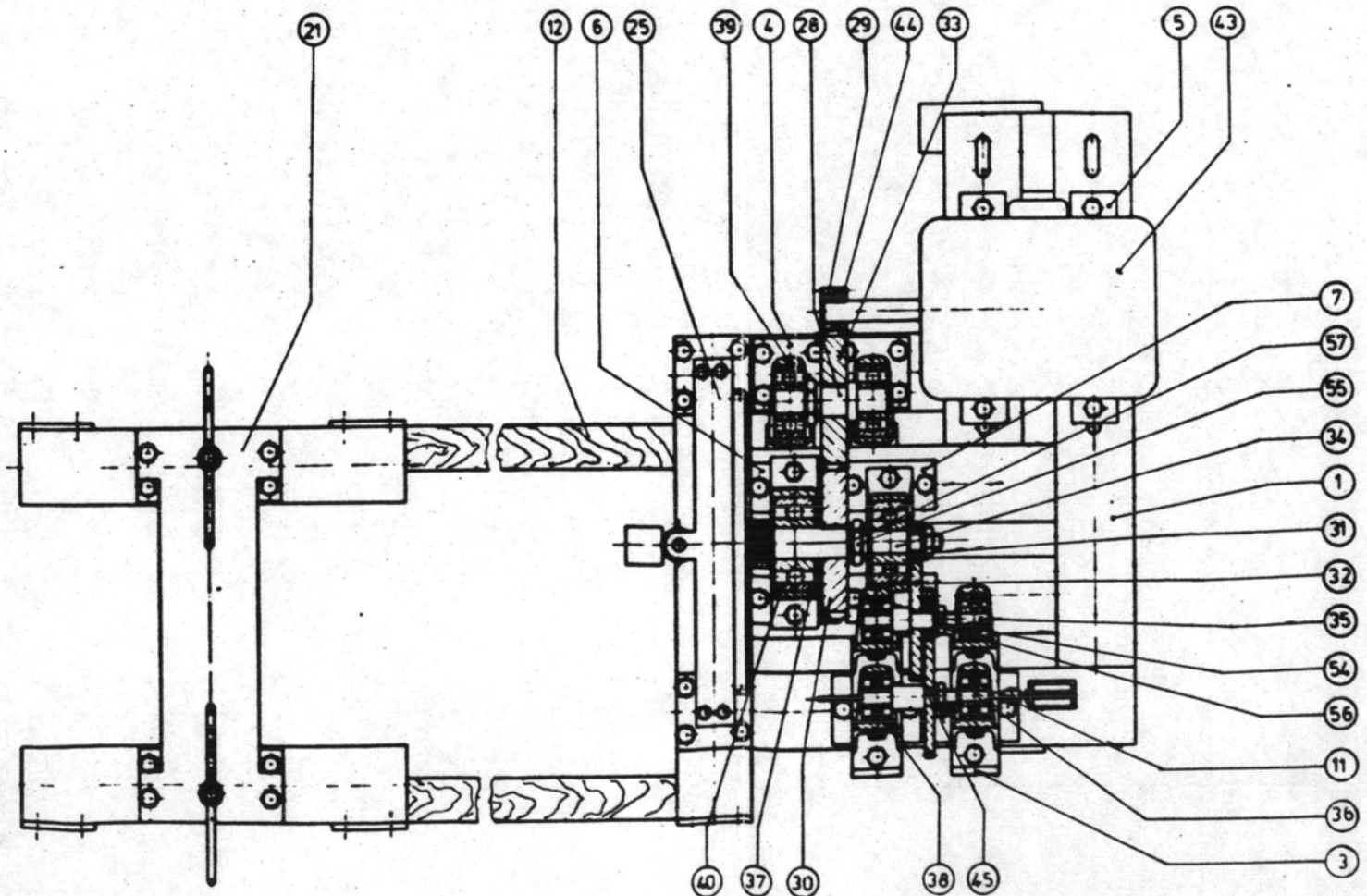
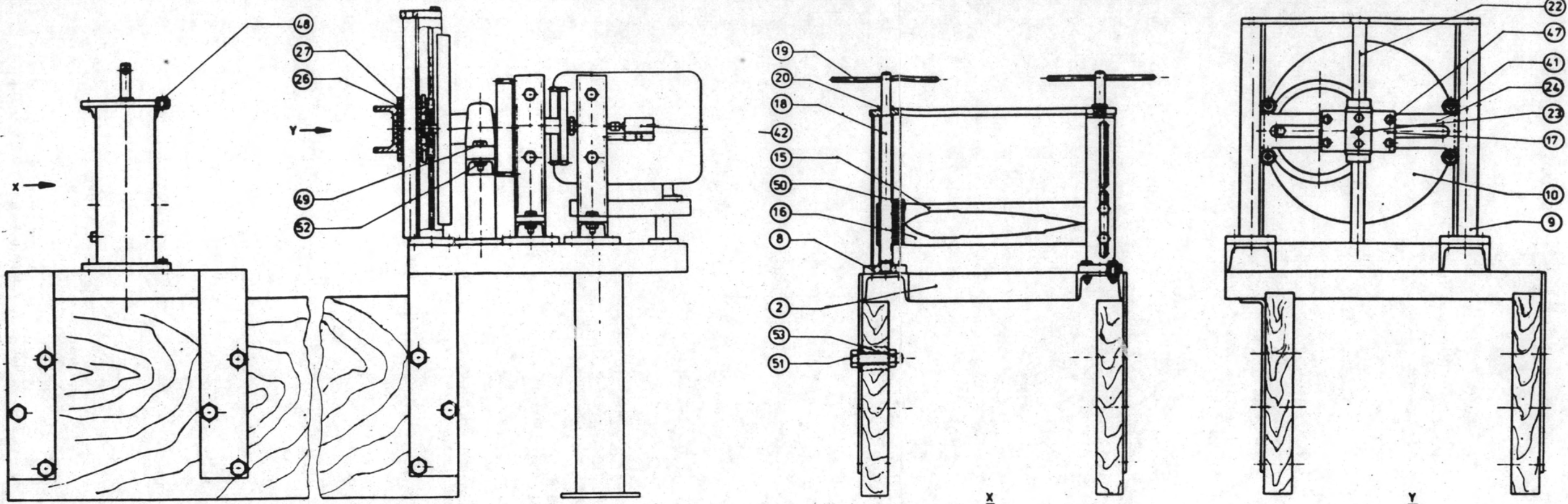
ชั้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
1	ชุดแทนเครื่อง		St.37	DG372-1	1
2	แทนรองรับตัวยึดปีก		St.37	DG372-2	1
3	แทนรับเฟืองนั้รอบ		St.37	DG372-3	2
4	แทนรับเฟืองสะพาน		St.37	DG372-4	2
5	แทนรับมอเตอร์		St.37	DG372-5	2
6	แทนรับแมรี่ิ่งใหญ่		St.37	DG372-6	1
7	แทนรับแมรี่ิ่งเล็ก		St.37	DG372-7	1
8	แทนยึดโคนปีก		St.37	DG372-8	2
9	เสารางเลื่อน		St.37	DG372-9	2
10	ล้อช่วยแรง		St.37	DG372-10	1
11	ตัวคอกเพลานั้รอบ		St.37	DG372-11	1
12	ฐานไม้	□290x4020x45	ไม้เนื้อแข็ง	DG372-12	2
13	ปลอกยึดโคนปีก	□ 53x53x85	St.37	DG372-13	1
14	ปลอกยึดโคนปีก	□ 34x34x85	St.37	DG372-14	1
15	ตัวยึดโคนปีก	□ 87x385x38	St.37	DG372-15	1
16	ตัวยึดโคนปีก	□ 87x385x38	St.37	DG372-16	1
17	ฐานหัวจับโยก	□ 72x120x13	St.37	DG372-17	1

ตาราง ข. แสดงรายละเอียดของเครื่องทดสอบความด้า

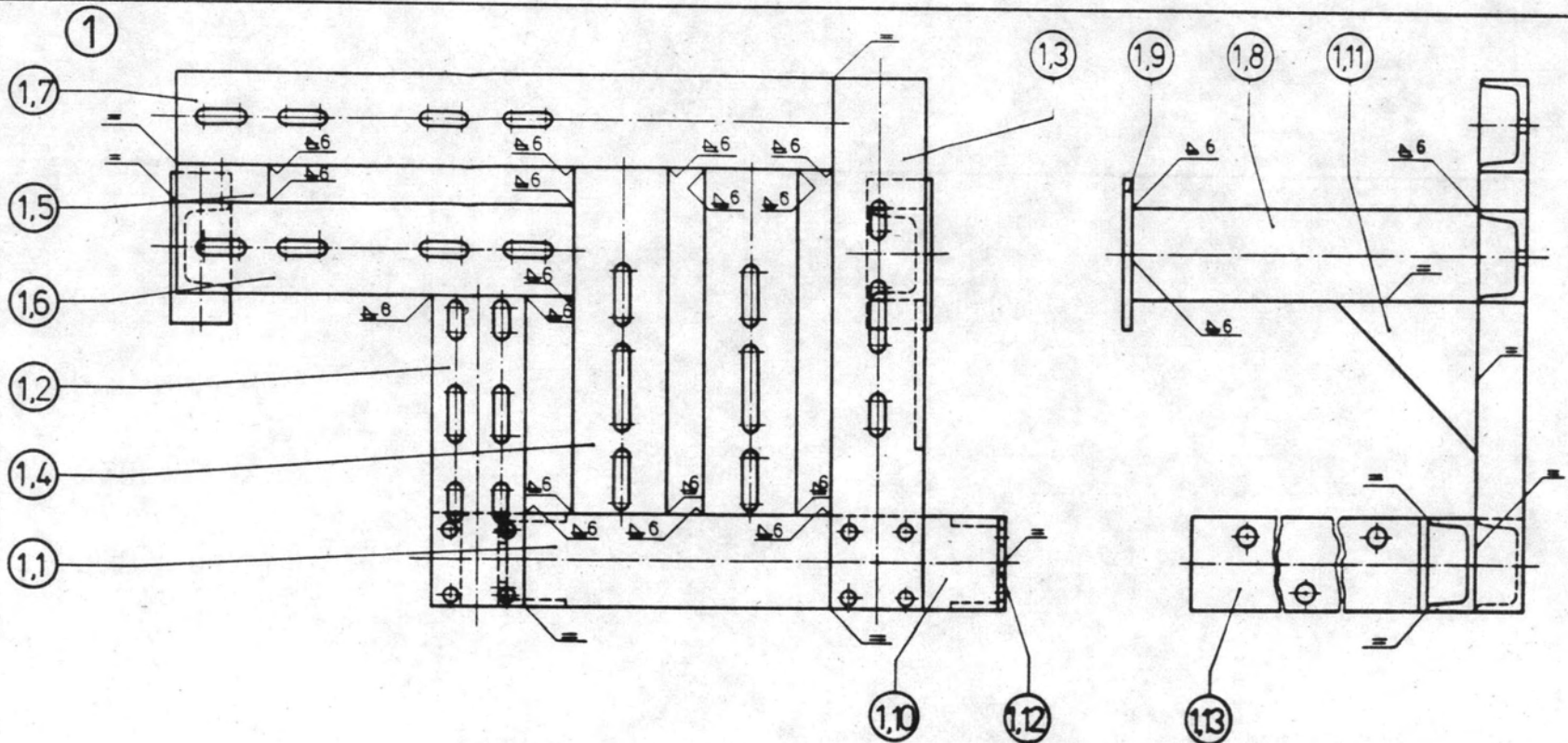
ชั้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
18	สกรูปรับระยะตัวยึดปีก	∅ 25×343	St.37	DG372-18	2
19	แกนหมุน	∅ 10×178	St.37	DG372-19	2
20	แหวน	∅ 25×3	St.37	DG372-20	4
21	คานมน	□155×403×13	St.37	DG372-21	1
22	เสารางเลื่อน	∅ 20×356	St.60	DG372-22	1
23	หัวจับโยก	□ 40×78×42	St.37	DG372-23	1
24	สไลเคอร์	□100×315×13	St.37	DG372-24	1
25	คานมน	□ 58×378×13	St.37	DG372-25	1
26	ปลอก	∅ 40×107	St.37	DG372-26	1
27	นุช	∅ 26×107	ทองเหลือง	DG372-27	1
28	เพลลาเฟืองสะพาน	∅ 38×120	St.60	DG372-28	1
29	เฟืองมอเตอร์	Z = 10, m = 4	St.60	DG372-29	1
30	เฟืองกำลัง	Z = 36, m = 4	St.60	DG372-30	1
31	เฟืองนับรอบ	Z = 18, m = 2	St.60	DG372-31	2
32	เฟืองนับรอบ	Z = 57, m = 2	St.60	DG372-32	2
33	เฟืองสะพาน	∅ 145×30	St.60	DG372-33	1
34	เพลลากำลัง	∅ 40×200	St.60	DG372-34	1
35	เพลลานับรอบ	∅ 25×130	St.37	DG372-35	1
36	เพลลานับรอบ	∅ 25×225	St.37	DG372-36	1
37	แหวนกันเฟือง	∅ 40×9	St.37	DG372-37	1
38	รูดแมรี่	∅ 12 P203J			4
39	รูดแมรี่	∅ 25 P205J			3

ตาราง ข. แสดงรายละเอียดของเครื่องทดสอบความถี่

ชั้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
40	ชุดแม่วิ่ง	∅ 32 P 206J			1
41	แม่วิ่ง	∅ 10×25 DIN 625			4
42	ตัวนับรอบ	LB 207-5			1
43	มอเตอร์	3 HP, 3 Phase			1
44	ลิ้ม	□ 6×6×25	DIN 6886 4m 6		3
45	ลิ้ม	□ 4×4×11	DIN 6886 4m 6		4
46	สลักเกลียว	M6×18 DIN 558	4 m 6		4
47	สลักเกลียว	M8×20 DIN 558	4 m 6		4
48	สลักเกลียว	M8×20 DIN 558	4 m 6		4
49	สลักเกลียว	M10×30 DIN 558	4 m 6		64
50	สลักเกลียว	M10×60 DIN 558	4 m 6		8
51	สลักเกลียว	M10 DIN 558	4 m 6		12
52	น๊อต	M10 DIN 555	4 m 6		64
53	น๊อต	M10 DIN 555	4 m 6		12
54	น๊อต	M16 DIN 555	4 m 6		3
55	น๊อต	M27 DIN 555	4 m 6		2
56	แหวน	∅ 22×3	4 m 6		3
57	แหวน	∅ 32×3	4 m 6		2



รูป ข. แสดงภาพ Drawing ของเครื่องทดสอบความต้านทานของปีกเฮลิคอปเตอร์ภายใต้แรงค้ำ

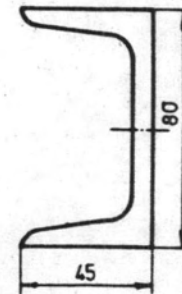
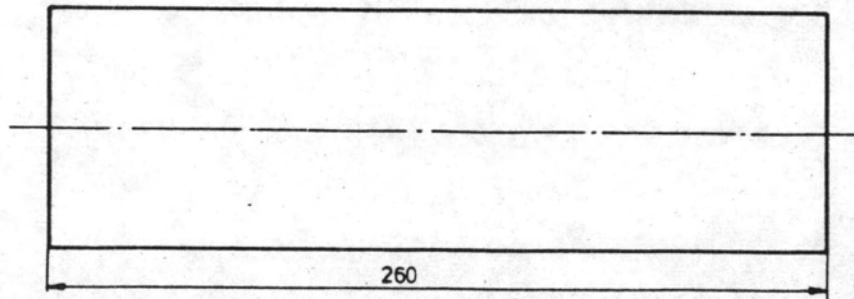


1.13	ကွေးကွေးပုံ	• 80 x 315 x 5	St 37	DG 372 - 13	1
1.12	ကွေးကွေးပုံ	• 80 x 322 x 5	St 37	DG 372 - 1.12	1
1.11	ကွေးကွေးပုံ	• 132 x 132 x 5	St 37	DG 372 - 1.11	1
1.10	ကွေးကွေးပုံ	• 50 x 125 x 5	St 37	DG 372 - 1.10	2
1.9	ကွေးကွေးပုံ	[- 80 x 45 DIN 1026	St 37	DG 372 - 1.9	2
1.8	ကွေးကွေးပုံ	[- 80 x 45 DIN 1026	St 37	DG 372 - 1.8	1
1.7	ကွေးကွေးပုံ	[- 80 x 45 DIN 1026	St 37	DG 372 - 1.7	1
1.6	ကွေးကွေးပုံ	[- 80 x 45 DIN 1026	St 37	DG 372 - 1.6	1
1.5	ကွေးကွေးပုံ	[- 80 x 45 DIN 1026	St 37	DG 372 - 1.5	1
1.4	ကွေးကွေးပုံ	[- 80 x 45 DIN 1026	St 37	DG 372 - 1.4	2
1.3	ကွေးကွေးပုံ	[- 80 x 45 DIN 1026	St 37	DG 372 - 1.3	1
1.2	ကွေးကွေးပုံ	[- 80 x 45 DIN 1026	St 37	DG 372 - 1.2	1
1.1	ကွေးကွေးပုံ	[- 80 x 45 DIN 1026	St 37	DG 372 - 1.1	1

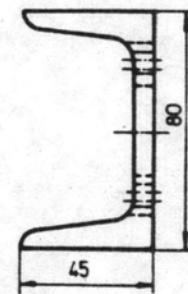
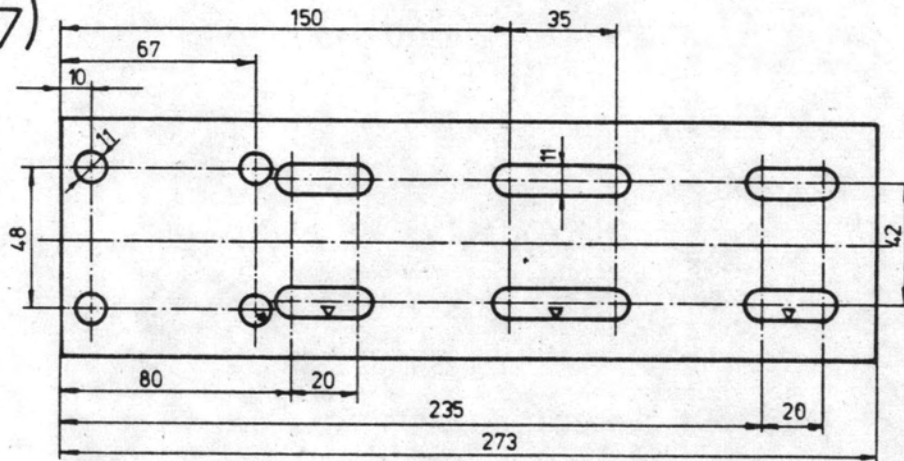
အမှတ်	အမည်	အရွယ်အစား	အရင်းအမြစ်	အရေအတွက်	မှတ်ချက်
1.13	ကွေးကွေးပုံ	• 80 x 315 x 5	St 37	1	
1.12	ကွေးကွေးပုံ	• 80 x 322 x 5	St 37	1	
1.11	ကွေးကွေးပုံ	• 132 x 132 x 5	St 37	1	
1.10	ကွေးကွေးပုံ	• 50 x 125 x 5	St 37	2	
1.9	ကွေးကွေးပုံ	[- 80 x 45 DIN 1026	St 37	2	
1.8	ကွေးကွေးပုံ	[- 80 x 45 DIN 1026	St 37	1	
1.7	ကွေးကွေးပုံ	[- 80 x 45 DIN 1026	St 37	1	
1.6	ကွေးကွေးပုံ	[- 80 x 45 DIN 1026	St 37	1	
1.5	ကွေးကွေးပုံ	[- 80 x 45 DIN 1026	St 37	1	
1.4	ကွေးကွေးပုံ	[- 80 x 45 DIN 1026	St 37	2	
1.3	ကွေးကွေးပုံ	[- 80 x 45 DIN 1026	St 37	1	
1.2	ကွေးကွေးပုံ	[- 80 x 45 DIN 1026	St 37	1	
1.1	ကွေးကွေးပုံ	[- 80 x 45 DIN 1026	St 37	1	

1:8
 မြန်မာနိုင်ငံတော်
 DG372-1

1,1 ~



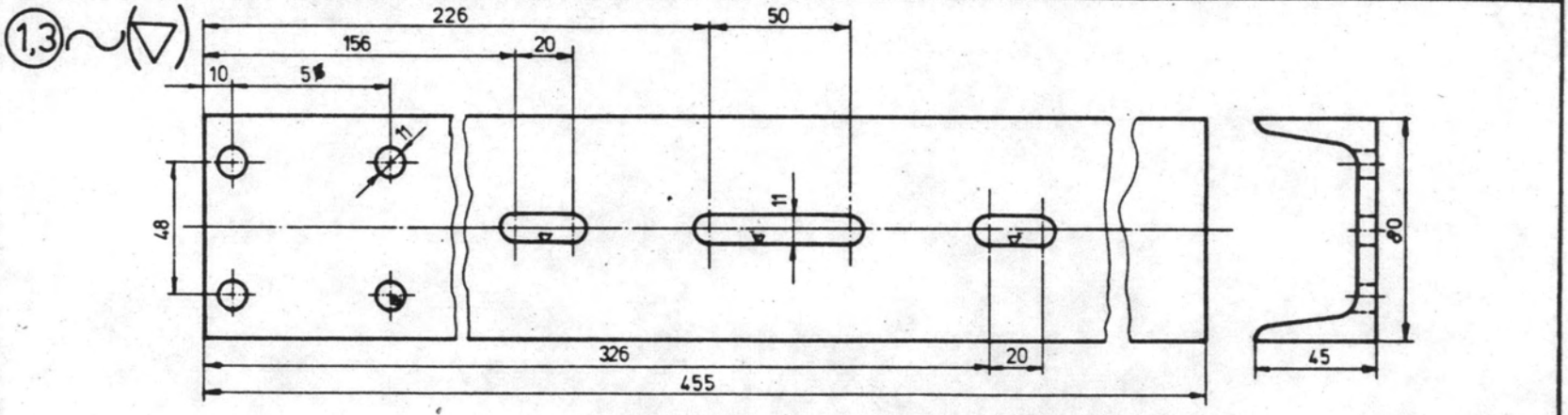
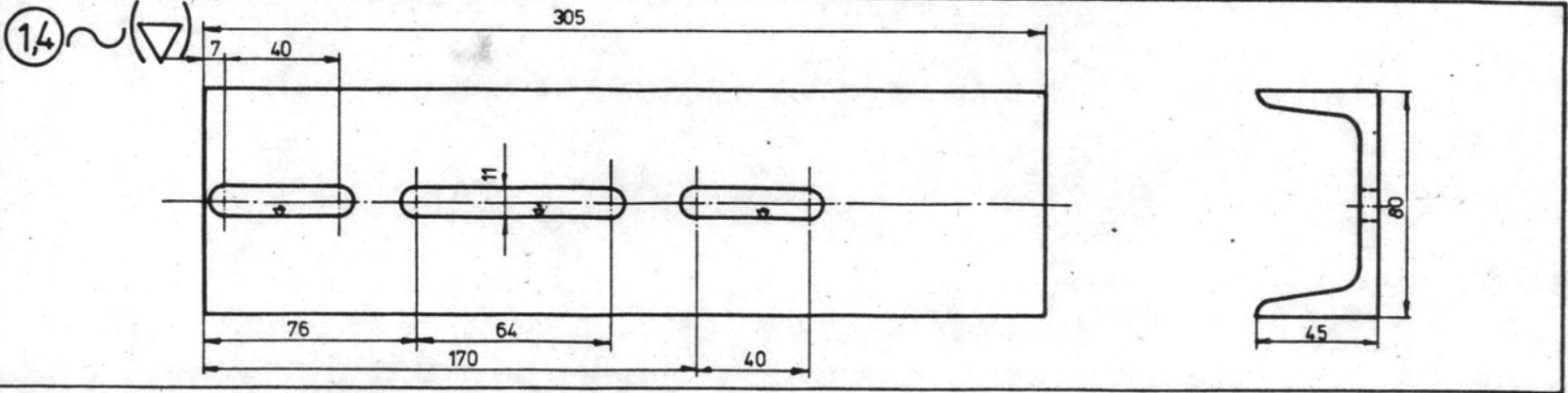
1,2 ~ (▽)



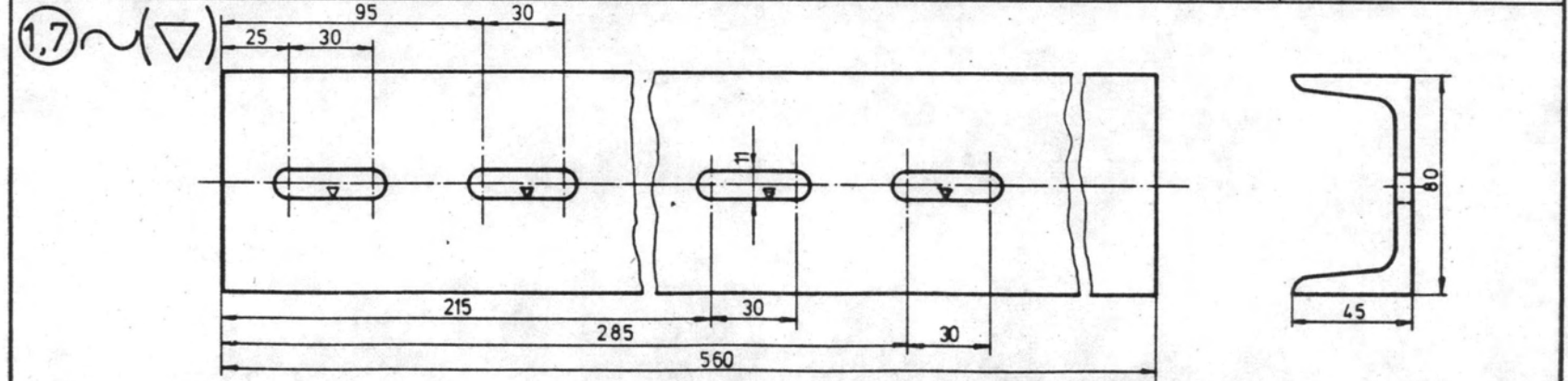
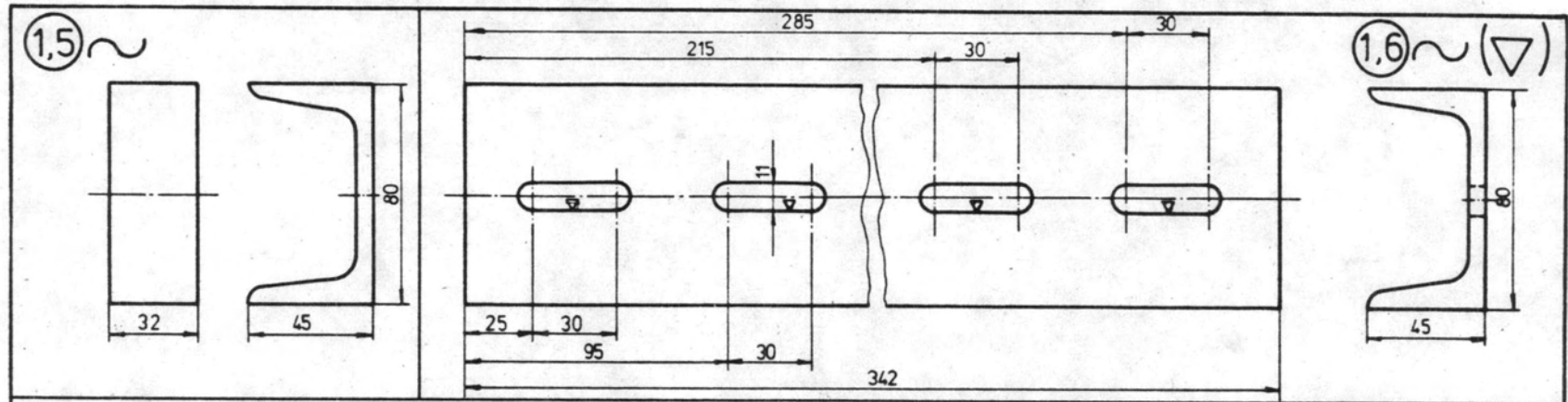
1,2	เหล็กแผ่น	C-80x45 DIN 1026	St 37	DG 372 - 1,2	1
1,1	เหล็กแผ่น	C-80x45 DIN 1026	St 37	DG 372 - 1,1	1
รวม	จำนวน	ชนิดเหล็ก	ค่า	ชนิดเหล็ก	จำนวน

ผู้เขียน	วิศวกร ทัศนศิลป์	28 Aug 24	
ผู้ตรวจ			
ผู้ควบคุม ก.			
ผู้ควบคุม ข.			

มาตราส่วน	3:8	ผู้เขียน	เครื่องกลึงอุตสาหกรรมวิศวกรรม	ชนิดเหล็ก	DG372 - 1,1
-----------	-----	----------	-------------------------------	-----------	-------------



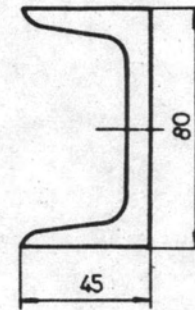
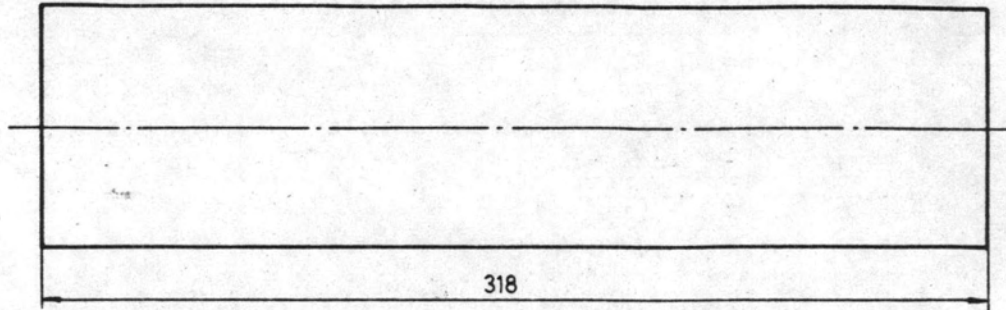
1,4	เหล็กกล่อง	[80 x 45 DIN 1026	St. 37	DG372 - 1,4	1
1,3	เหล็กกล่อง	[80 x 45 DIN 1026	St. 37	DG372 - 1,3	1
รวม	รวม	รวม	รวม	รวม	รวม
จำนวน	รายการ	15	24		
อัตราส่วน	3:8	วิศวกรรมโยธา		DG372-1,3	



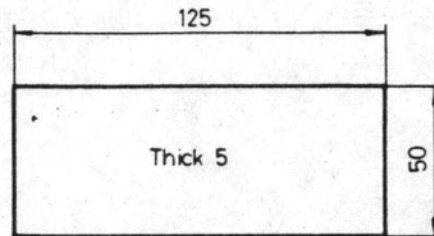
1,7	แผ่นเหล็ก	[- 80 x 45 DIN 1026	St. 37	DG372 - 17	1
1,6	แผ่นเหล็ก	[- 80 x 45 DIN 1026	St. 37	DG372 - 16	1
1,5	แผ่นเหล็ก	[- 80 x 45 DIN 1026	St. 37	DG372 - 15	1

วันที่	รายการ	จำนวน	วันที่	ชื่อผู้จัดทำ	ตำแหน่ง
	ผู้เขียน	ร.อ.ว.อ. กอว.ว.อ.อ.อ.	29 มี.ค. 24		
	ผู้ตรวจ				
	ผู้ควบคุม				
	ผู้จัดทำ				
ขนาด	3:8	ชื่อผู้จัดทำ		ชื่อผู้จัดทำ	
		[เครื่องหมายการค้า]		DG 372 - 1,5	

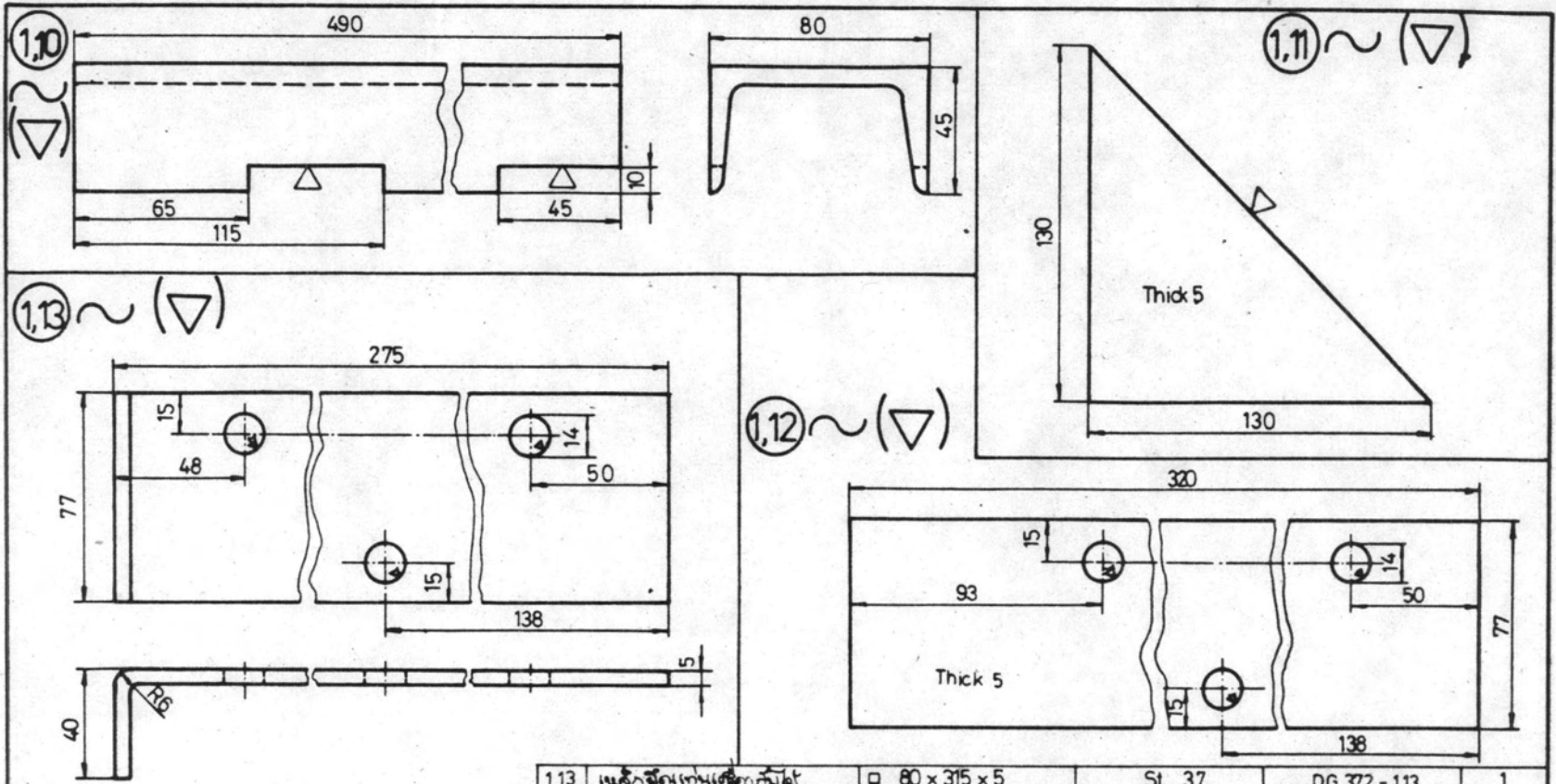
1.8 ~



1.9 ~

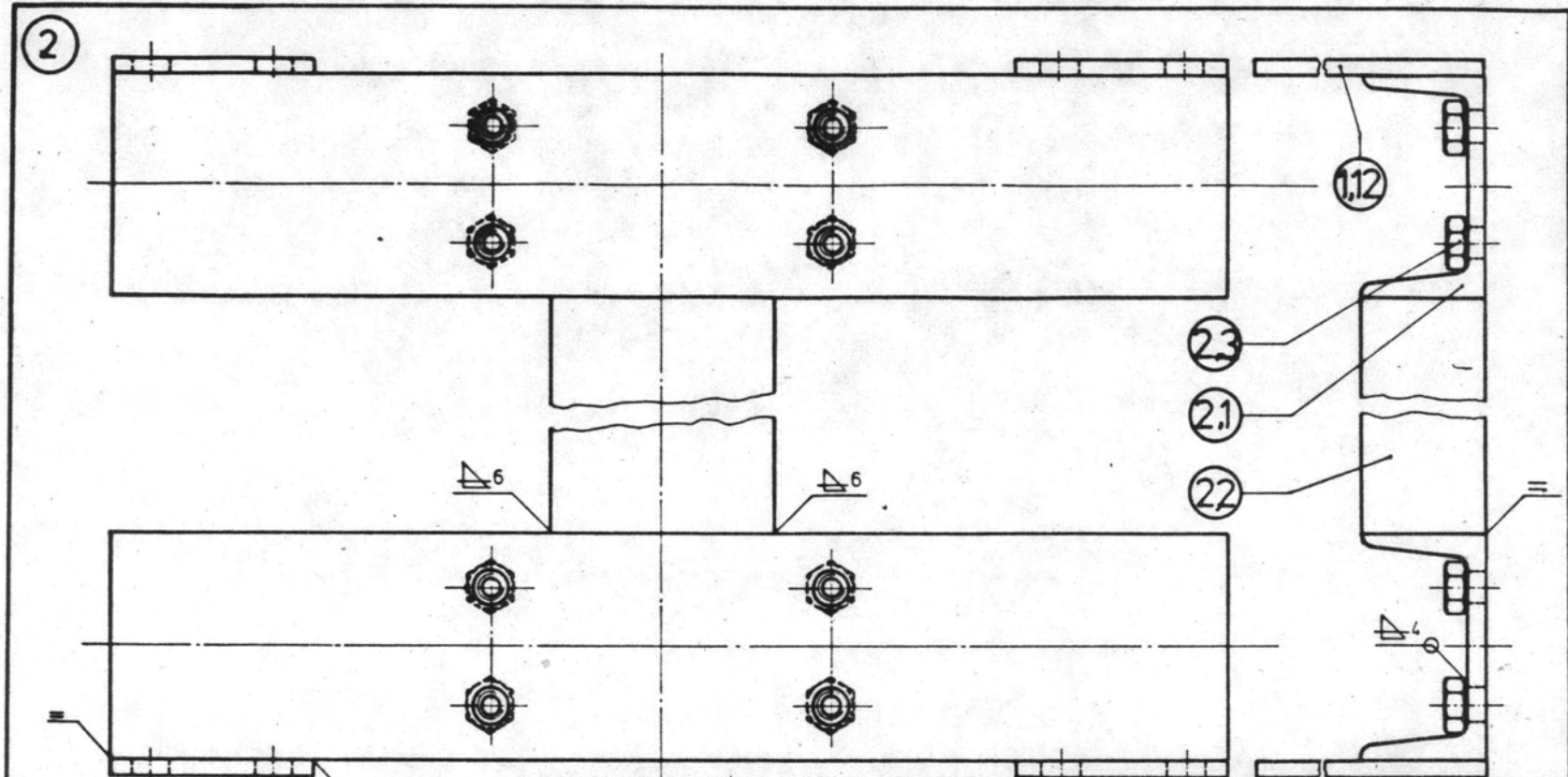


1.10	สกรูวงกบหัวกลม	□ 50×125×5	St 37	DG 372 - 1.10	2
1.6	สกรูวงกบหัวแบน	C-80×45 DIN 1026	St 37	DG 372 - 1.8	2
วัสดุ	จำนวน	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	ขนาดหน้าแปลน	จำนวน
ผู้เขียน	วิศวกร	ทอสมพชร	1 กพ 24		
ผู้ตรวจสอบ					
ผู้จัดทำแบบ					
มาตรฐาน	อัตราส่วน	เครื่องทอกล้อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 ฟุต		เลขที่แบบ	DG372-1.8
3:4					



1,13	เหล็กฉากแทนท่อกับไม้	□ 80 × 315 × 5	St. 37	DG 372 - 1,13	1
1,12	เหล็กฉากแทนท่อกับไม้	□ 80 × 322 × 5	St. 37	DG 372 - 1,12	5
1,11	เหล็กฉากทำท่อในทางเชื่อม	□ 132 × 132 × 5	St. 37	DG 372 - 1,11	1
1,9	ท่ออลูมิเนียม	[- 80 × 45 DIN 1026	St. 37	DG 372 - 1,9	1
วันที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	รายการประกอบ	จำนวน

ผู้เขียน	วิศวกร	ตรวจสอบ	4 กย 24		
ผู้ตรวจ					
ผู้ร่าง					
ผู้ควบคุม					
ขนาดกระดาษ	3:8	ชื่อชิ้นงาน	เครื่องทาสีอัตโนมัติ	หมายเลขแบบ	DG372-1,9

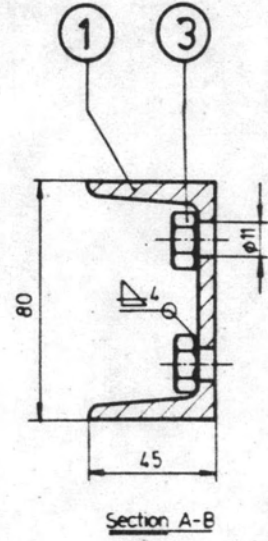
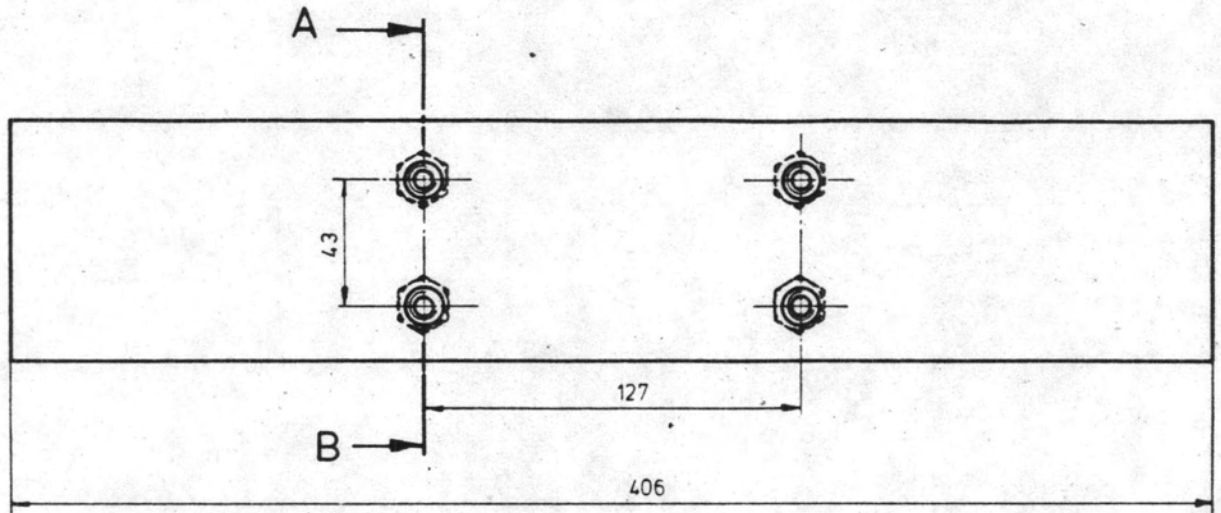


1.12	รูสกรูยึดฝาครอบ	∅ 80 × 322 × 5	St. 37	DG 372 - 1.12	4
2.3	สกรูยึดฝาครอบ	M 10 DIN 555	4 m 6	DG 372 - 2.3	8
2.2	แหวนยึดตัวรับ	E-80 DIN 1026 Long 275	St. 37	DG 372 - 2.2	1
2.1	แหวนยึดตัวรับ	E-80 DIN 1026 Long 408	St. 37	DG 372 2.1	2
ชื่อ	ขนาด	จำนวน	วัสดุ	เลขที่รายการ	จำนวน

ผู้จัดทำ	วิศวกร	ช่างเทคนิค	18 ส.ค. 24
ผู้ตรวจสอบ			
ผู้ตรวจ			
ผู้เขียนแบบ			

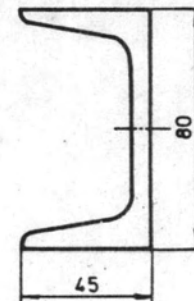
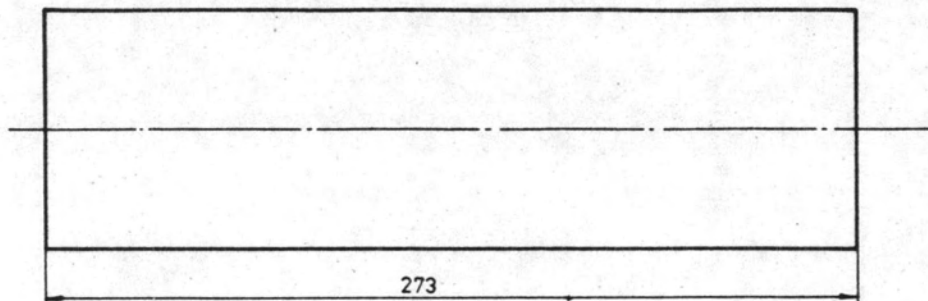
ขนาด	3:8	ชื่อ	เครื่องจักรกลของกรมช่างฝีมือ	เลขที่รายการ	DG 372 - 2
------	-----	------	------------------------------	--------------	------------

(2,1) ~ (▽)

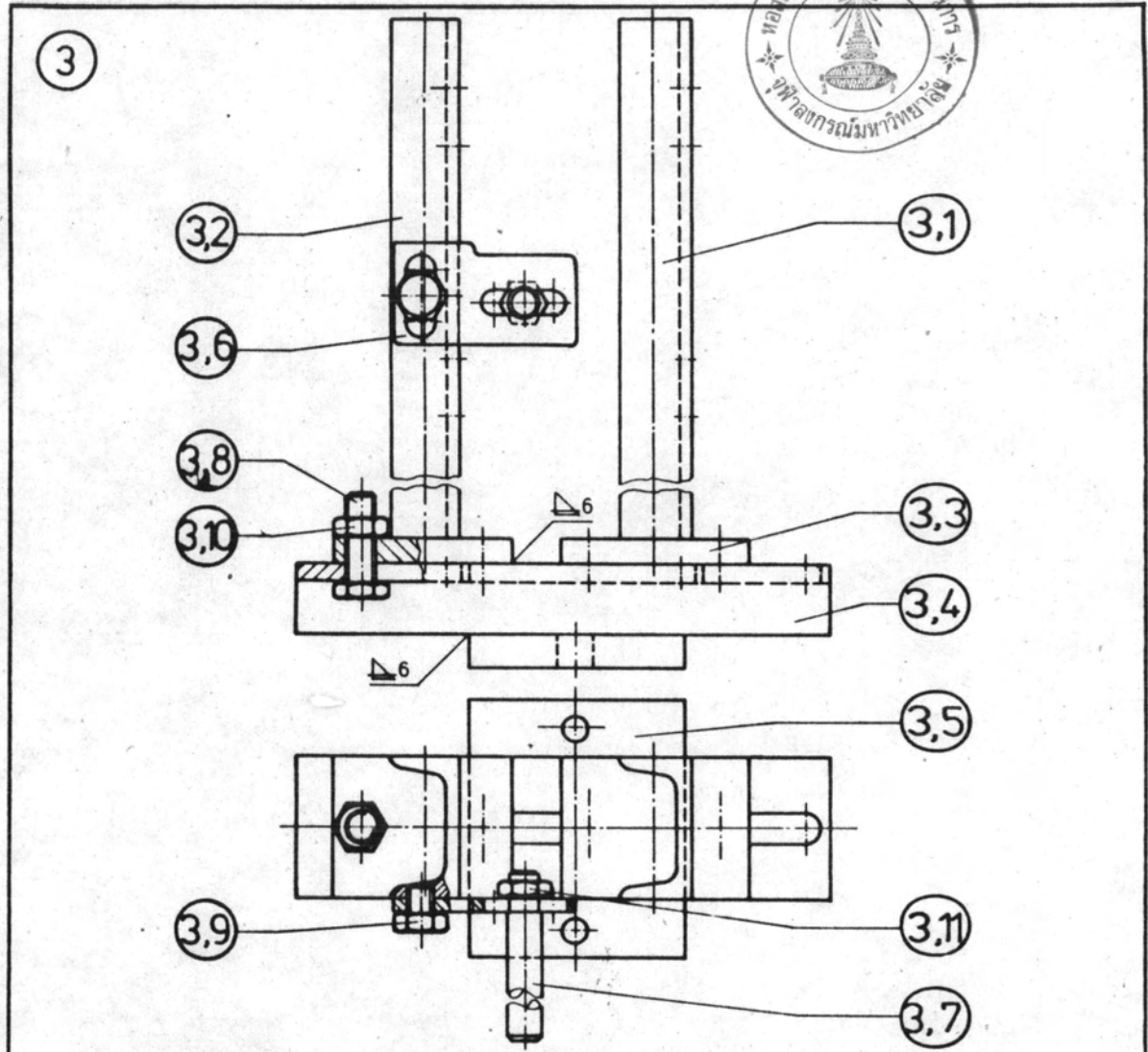


2,3	ขนาดของเหล็กแผ่น	M10 DIN 555	4 m 6	-	4
2,1	ขนาดของตัวเชื่อม	E-80 DIN1026 Long 408	St 37	-	2
วัสดุ	ขนาด	ชนิดวัสดุ	สี	ขนาดของรู	จำนวน
เหล็ก	ขนาด	ชนิดเหล็ก			
ขนาดของ	ชนิดของ				
3:8	ชนิดของ				
				DG372-2,1	

2.2 ~

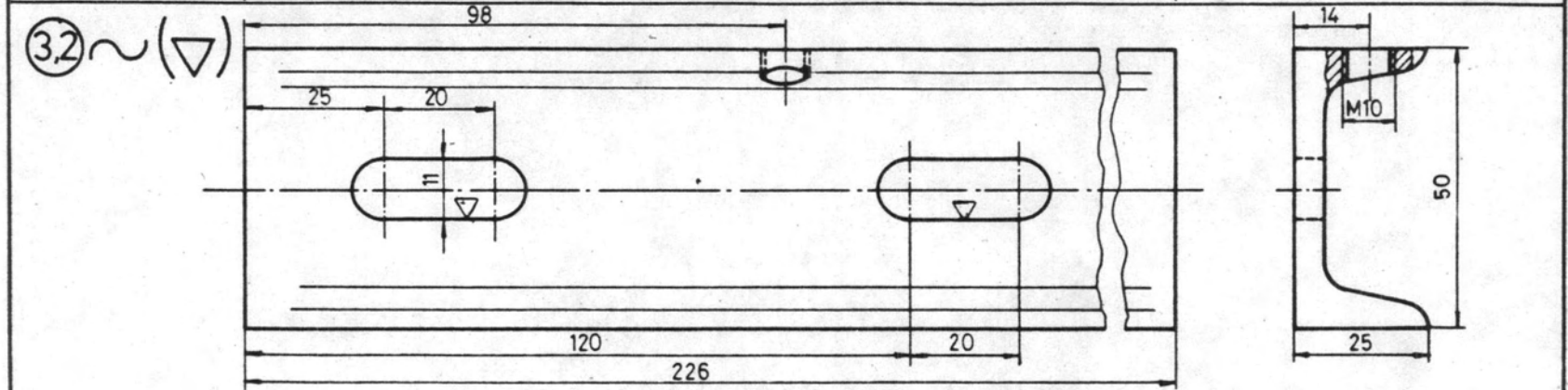
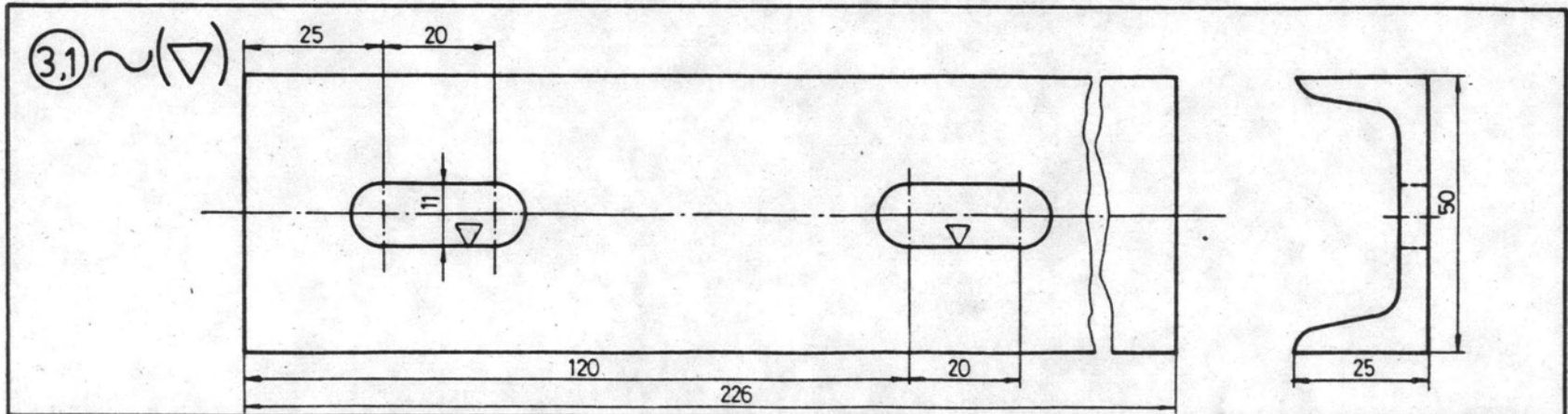


2.2	แผ่นรับคานาบัน	[- 80 x 45 DIN1026	St 37	—	1
ชนิด	รายการ	ขนาด	วัสดุ	ชนิด	จำนวน
ชนิด	ขนาด	วัสดุ	15 มิ. 2A		
ชนิด					
ชนิด					
ชนิด					
อัตราส่วน	3:8	เครื่องกลึง	เครื่องกลึง	ชนิด	DG372-2,2



3.11	สัต	M 8	DIN 555	4m 6	DG372 - 3.11	1
3.10	สัต	M10	DIN 555	4 m 6	DG 372 - 3.10	4
3.9	สัคกัทลัษณัศวรัศนัศนัศ	M10 x 10	DIN 558	4 m 6	DG 372 - 3.9	1
3.8	สัคกัทลัษณัศวรัศนัศนัศ	M10 x 24	DIN 558	4 m 6	DG 372 - 3.8	4
3.7	ทัศนัศนัศวรัศนัศนัศ	∅ 12 x 92		St. 37	DG 372 - 3.7	1
3.6	ทัศนัศนัศวรัศนัศนัศ	∅ 65 x 37 x 5		St. 37	DG 372 - 3.6	1
3.5	ทัศนัศนัศวรัศนัศนัศ	∅ 78 x 93 x 12		St. 37	DG 372 - 3.5	1
3.4	ทัศนัศนัศวรัศนัศนัศ	[-50 x 25	DIN 1026	St. 37	DG372 - 3.4	1
3.3	ทัศนัศนัศวรัศนัศนัศ	∅ 53 x 68 x 10		St. 37	DG 372 - 3.3	2
3.2	ทัศนัศนัศวรัศนัศนัศ	[-50 x 25	DIN 1026	St. 37	DG 372 - 3.2	1
3.1	ทัศนัศนัศวรัศนัศนัศ	[-50 x 25	DIN 1026	St. 37	DG 372 - 3.1	1
รวม	รวมรวม		รวมรวม	รวม	รวมรวมรวม	รวม

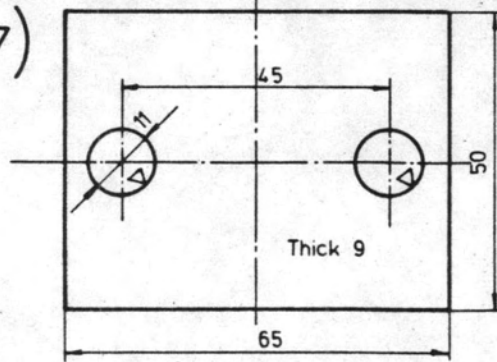
ผู้เขียน	นายวิชาญ วัฒนวิเศษ	5 ก.ค. 24	ภาควิชาวิศวกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
ผู้ตรวจสอบ			
ผู้ตรวจ			
ผู้สอน			
มาตรฐาน	3:8	ชื่อโครงงาน	ภาควิชาวิศวกรรม DG372 - 3
		ชื่อของภาคเรียนและความยากของวัสดุ	



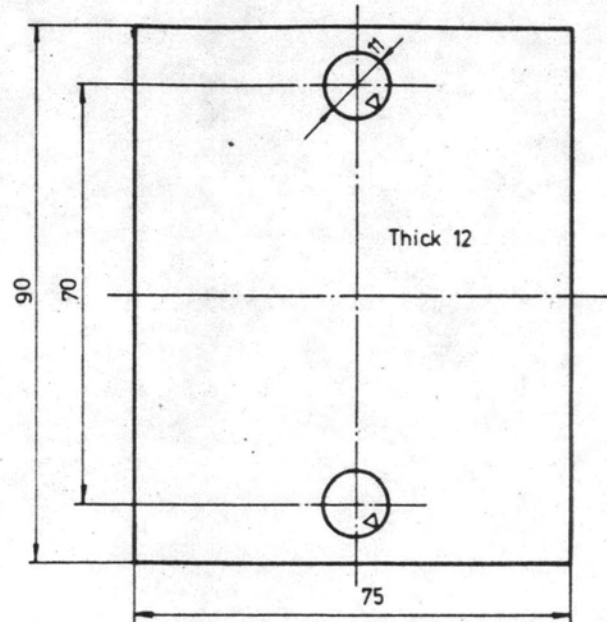
3,2	เฟืองท้าย	c - 50 x 25 DIN 1026	St. 37	DG 372 - 3,2	1
3,1	เฟืองขับ	c - 50 x 25 DIN 1026	St. 37	DG 372 - 3,1	3

ชื่อ	ตำแหน่ง	จำนวน	วัสดุ	หมายเหตุ	อื่นๆ
เฟืองขับ	บริเวณหัวเฟือง	1	สแตนเลส 304		
เฟืองท้าย					
เฟืองขับ					
เฟืองท้าย					
ขนาดตัวหนังสือ	3:4			เครื่องกัด	DG372 - 3,1

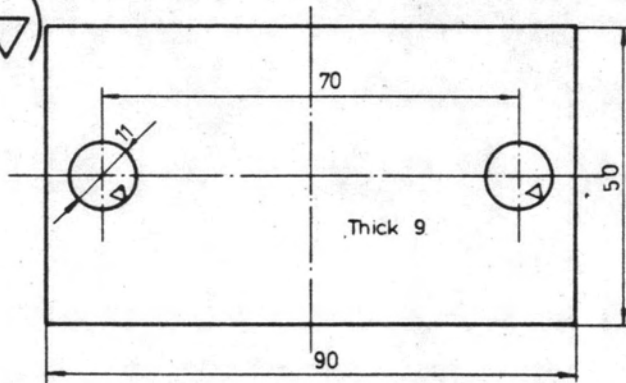
3.3 ~ (▽)



3.5 ~ (▽)

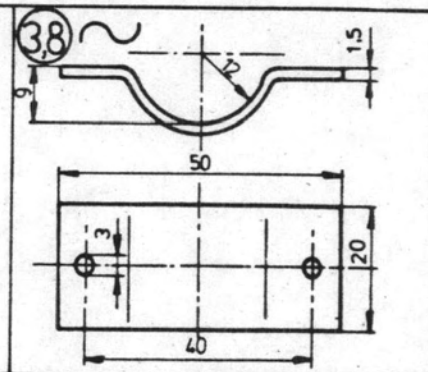
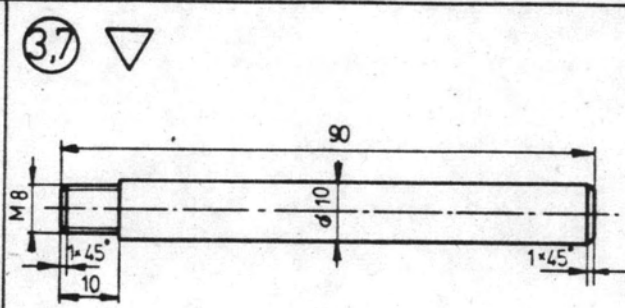
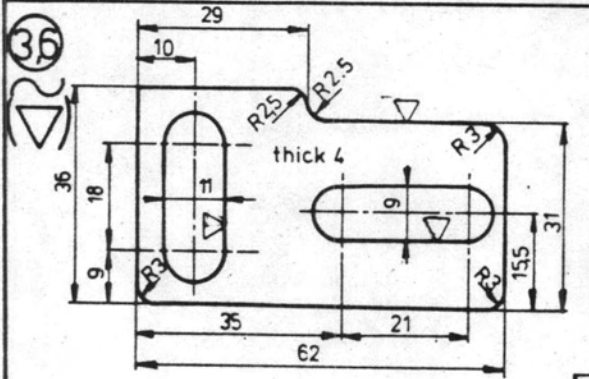
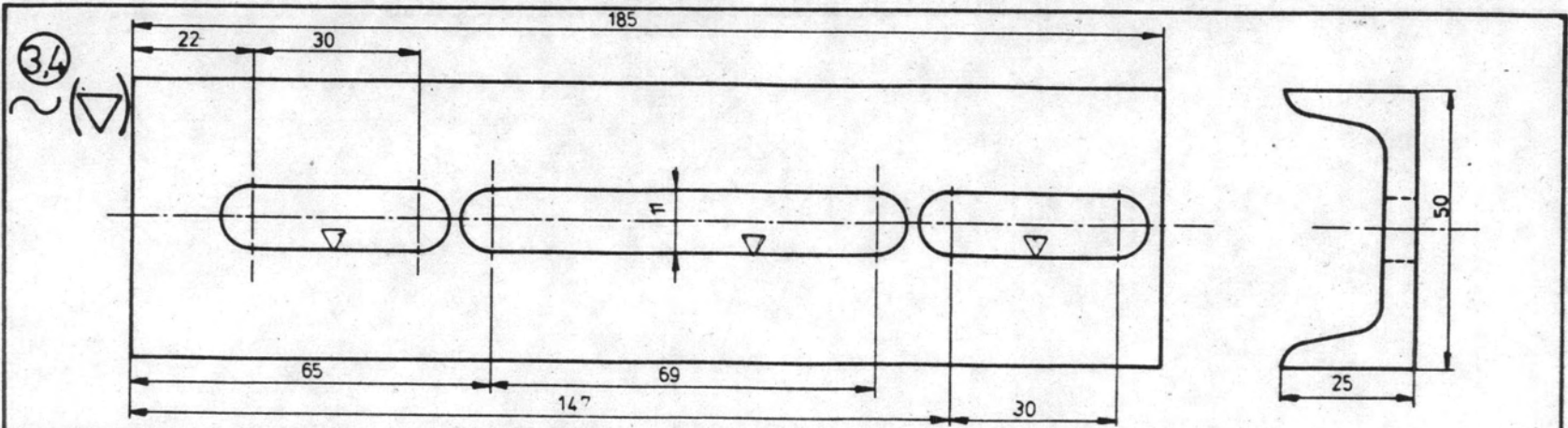


5.3 ~ (▽)



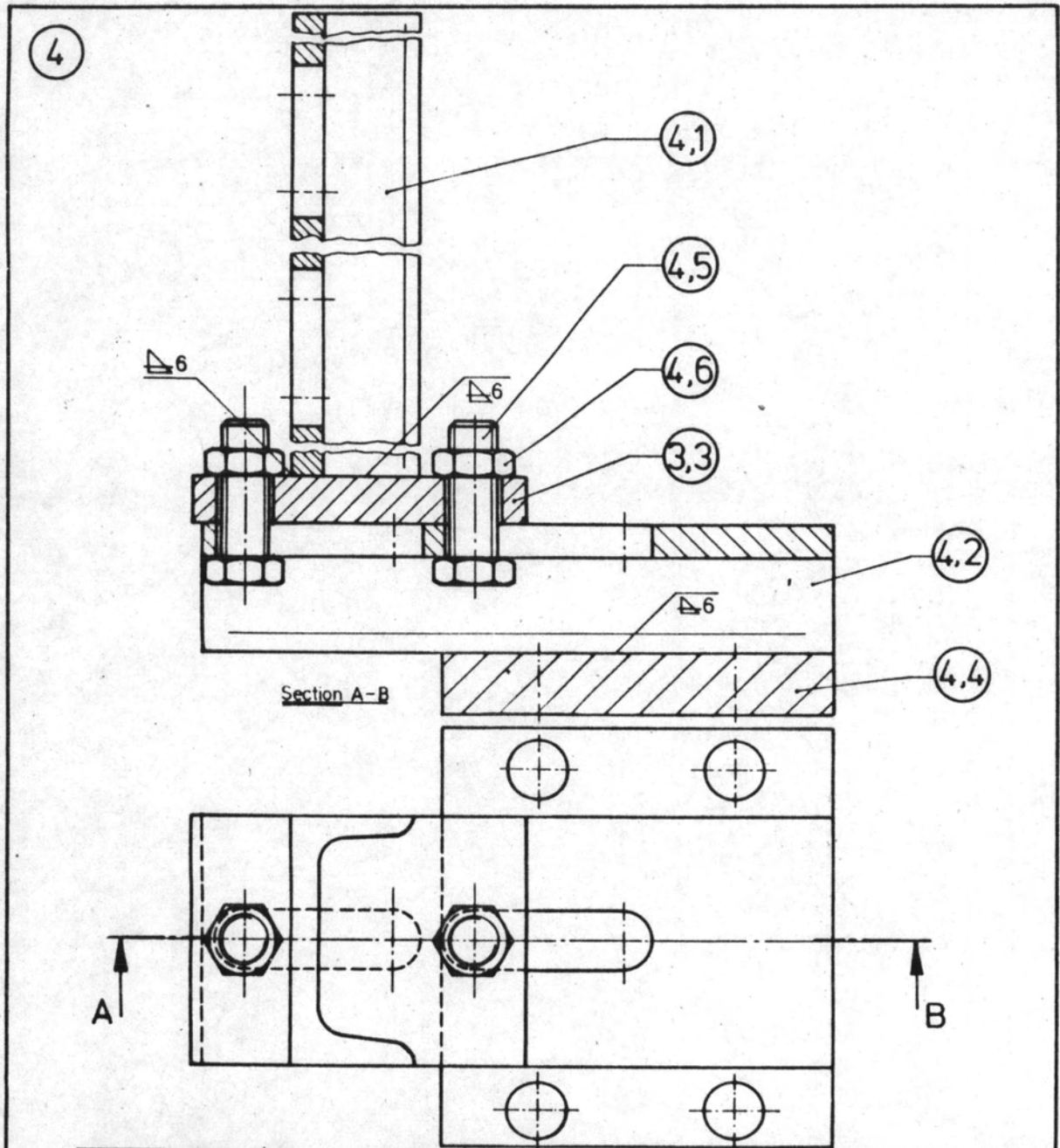
3.3	จำนวนชิ้นรวมในชุด	53 x 68 x 10	St 37	DG 372 - 3.3	4
3.5	จำนวนชิ้นรวมในชุด	78 x 93 x 12	St 37	DG 372 - 3.5	2
5.3	จำนวนชิ้นรวมในชุด	53 x 93 x 10	St 37	DG 372 - 5.3	8

ชื่อ	ตำแหน่ง	จำนวน	วันที่	ชื่อ	ตำแหน่ง
ผู้ร่าง	วิศวกร	20	20/04/24		
ผู้ตรวจสอบ					
ผู้ควบคุม					
ภาคส่วน	ชื่อส่วน			หมายเลข	DG372-3.3
3:4	เครื่องกัด	เครื่องกัดผสมความถี่สูง			



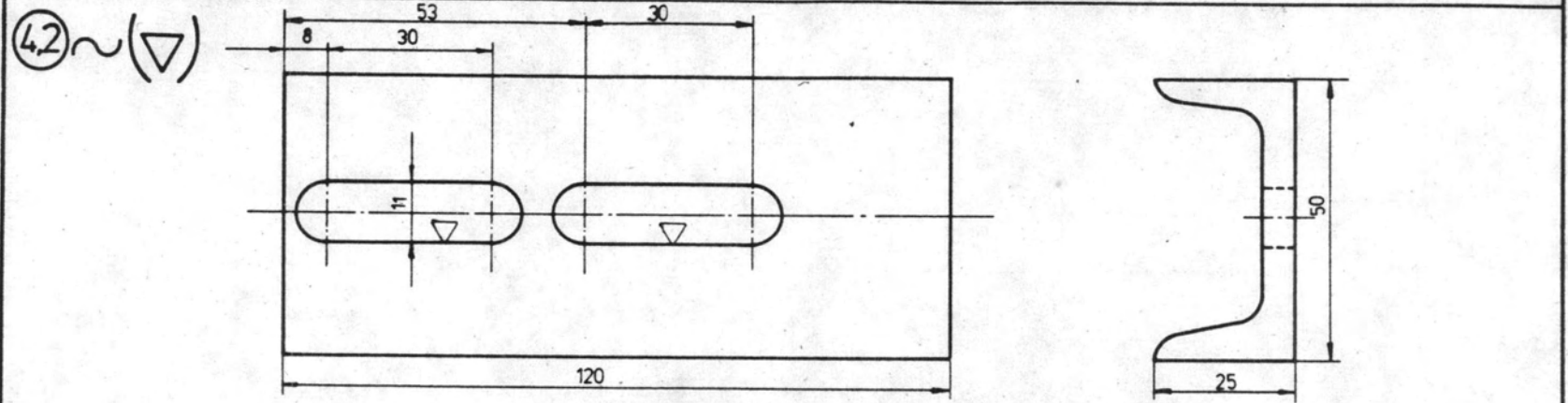
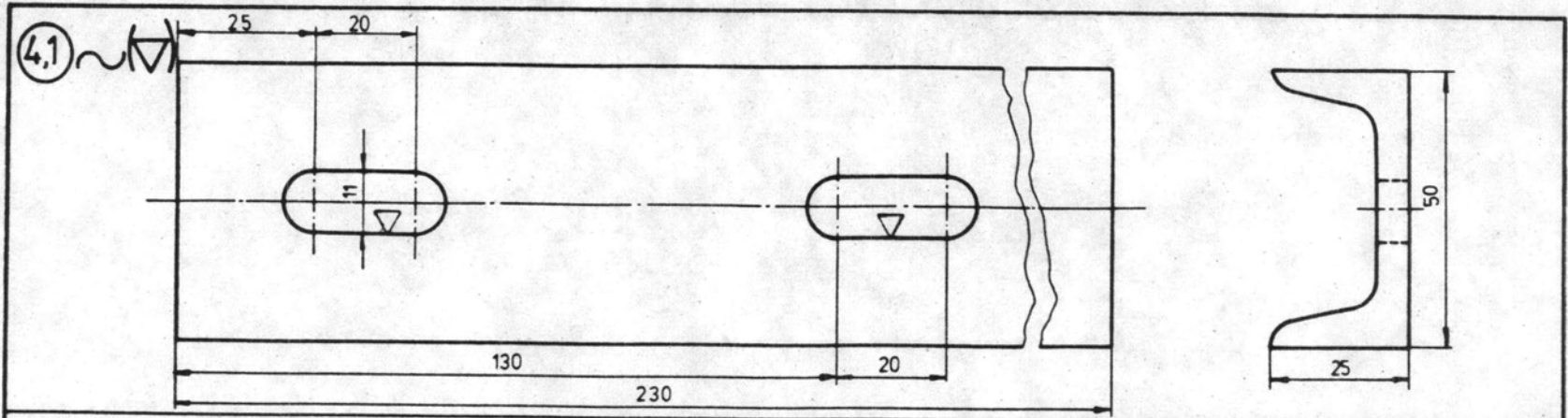
3,8	ท่อเหล็กกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง	∅ 62 × 20 × 15	St 37	DG 372 - 3,8	2
3,7	ท่อเหล็กกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง	∅ 12 × 92	St 37	DG 372 - 3,7	1
3,6	ท่อเหล็กแบนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง	65 × 37 × 5	St 37	DG 372 - 3,6	1
3,4	ท่อเหล็กแบนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง	[50 × 25 DIN 1026	St 37	DG 372 - 3,4	2

ชื่อ	ตำแหน่ง	วันที่	ชื่อ
ผู้ร่าง	ตรวจสอบ	29	24
ผู้แก้ไข			
ผู้ตรวจสอบ			
ผู้ควบคุม			
3:4	แก้ไขตามแบบที่ส่งมา	DG372 - 3,4	



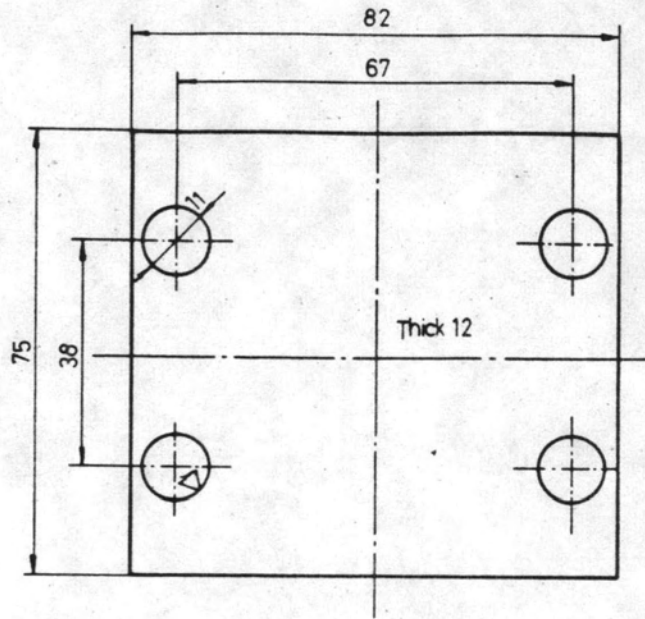
4.6	สกรูขันหมอน	M 10	DIN 555	4m 5	DG 372 - 4.6	2
4.5	แผ่นขันหมอน	M 10 x 25	DIN 558	4m 5	DG 372 - 4.5	2
4.4	แผ่นรับท่อ	□ 78 x 85 x 12		St. 37	DG 372 - 4.4	1
3.3	สกรูขันหมอน	□ 50 x 65 x 9		St. 37	DG 372 - 3.3	1
4.2	แผ่นรับท่อ	C-50 x 25	DIN 1026	St. 37	DG 372 - 4.2	1
4.1	ท่อรับท่อ	C-50 x 25	DIN 1026	St. 37	DG 372 - 4.1	1
วัสดุ	รายการ	ขนาด	วัสดุ	ปริมาณ	หมายเหตุ	จำนวน

ผู้จัดทำ	ชื่อย่อ	ตำแหน่ง	1 ก.พ. 24	หมายเหตุ DG372 - 4
ผู้ตรวจสอบ				
ผู้ควบคุม				
มาตราส่วน	3:4	ชื่องาน	เครื่องทาสีบนโครงรถม้าของวัง	



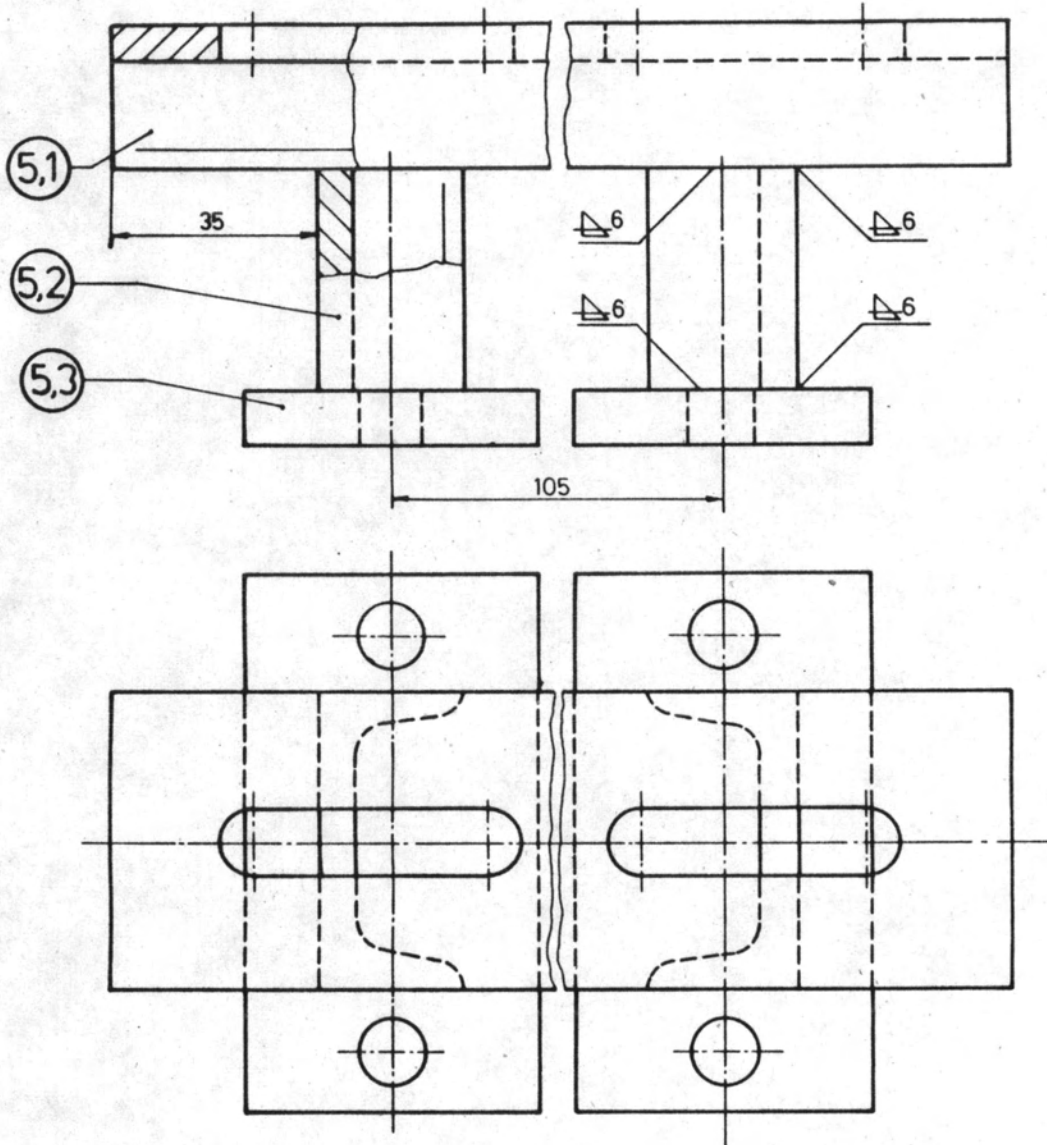
4.2	แผ่นรับคานงค้ำ	C-50 x 25 DIN 1026	St. 37	DG372-4,2	2
4.1	แผ่นรับคานงค้ำ	C-50 x 25 DIN 1026	St. 37	DG372-4,1	2
ชื่อ	รายการ	จำนวน	วัสดุ	ขนาด	จำนวน
ผู้จัดทำ	ช่างเทคนิค	ท.อรรถวิวัฒน์	28 มิ.ย. 24		
ผู้ตรวจสอบ					
ผู้ตรวจสอบ ๒					
ผู้ตรวจสอบ ๓					
มาตรฐาน	3:4	ใช้ในงาน	เครื่องกีดน้ำลมความถี่สูง	ขนาด	DG372-4,1

4,4 ~ (▽)



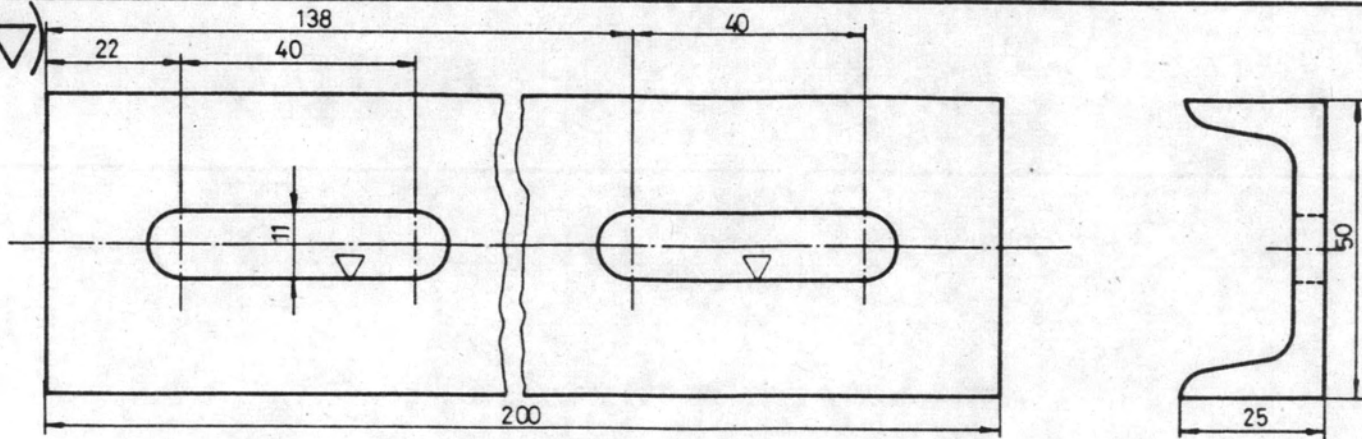
4,4	แผ่นรับน้ำหนัก	□ 78 x 85 x 12	St. 37	—	2
ชื่อ	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	ชนิด/เลขที่ (H.M.)	จำนวน
ผู้เขียน	วิศวกร ช่างเทคนิค	1 กว. 24			
ผู้ตรวจ					
ผู้ตรวจสอบ					
ผู้ดำเนินการ					
มาตรฐาน	3:4	เครื่องทาสีอบความถี่สูง		ชนิด/เลขที่	DG 372-4,4

5

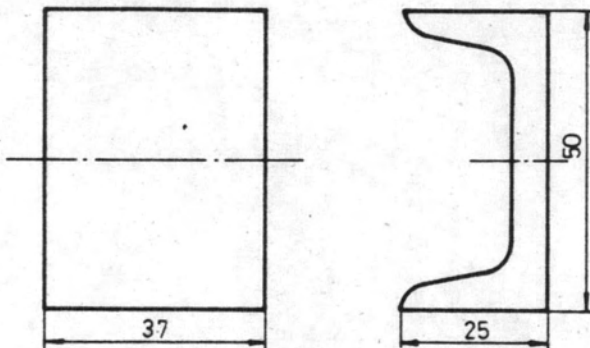


5,3	รูท่อนเหล็กขนาดท่อ	□ 53 × 93 × 10	St. 37	DG372 - 5,3	2
5,2	เหล็กวงแหวนรับท่อ	C-50 × 25 DIN 1026	St. 37	DG372 - 5,2	2
5,1	คานาเชื่อมเหล็กรับท่อ	C-50 × 25 DIN 1026	St. 37	DG372 - 5,1	1
ชื่อ	รายการ	ขนาด	วัสดุ	หมายเหตุ	จำนวน
ผู้เขียน	รศ.ดร.วิทย์ วัฒนวิทย์	1/พ. 24			
ผู้ตรวจสอบ					
ผู้ควบคุมงาน					
ผู้ดำเนินการ					
อัตราส่วน	3:4	เครื่องวัดตามขนาดจริง		หมายเลขแบบ	DG372 - 5

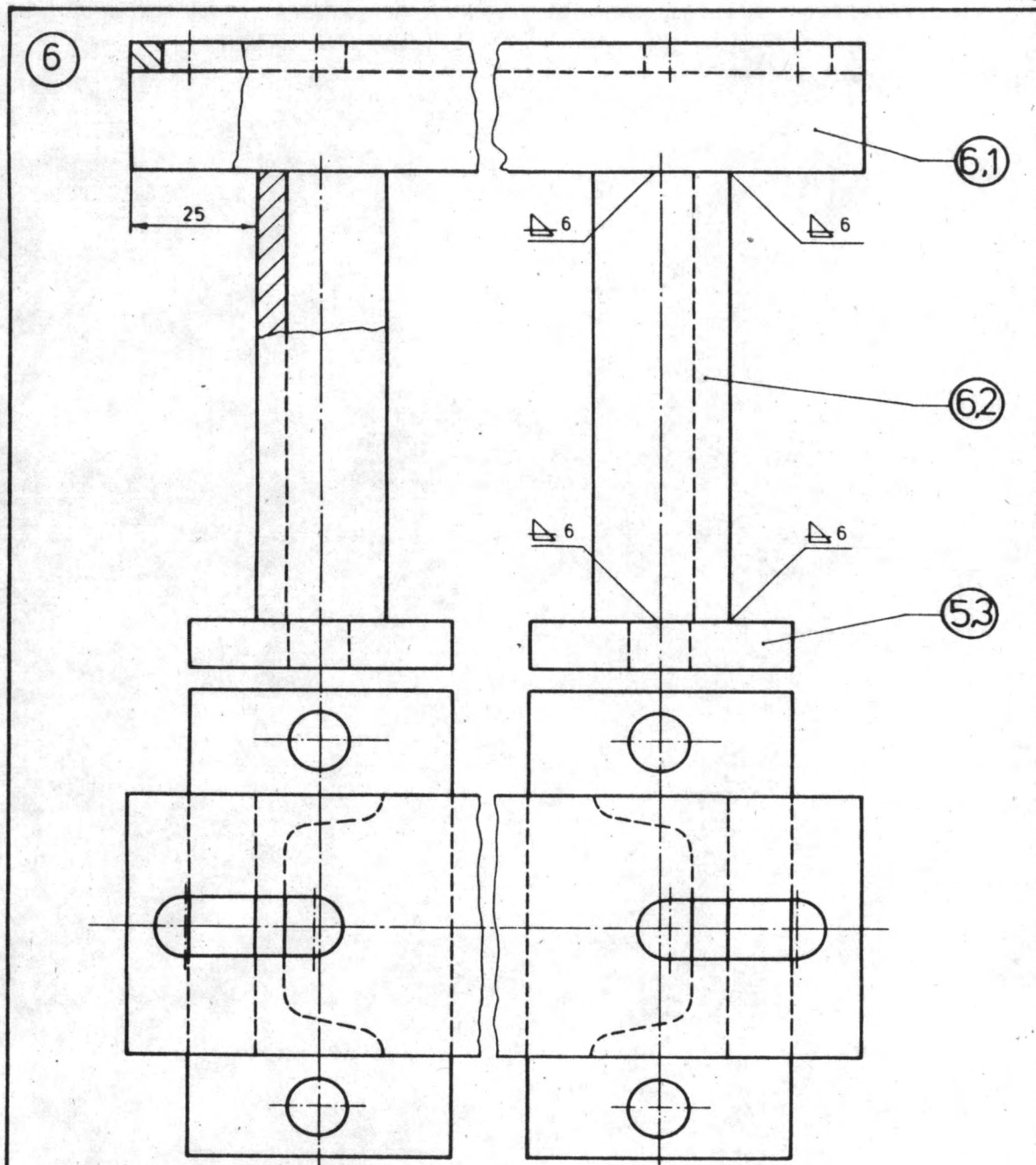
5.1 ~ (▽)



5.2 ~

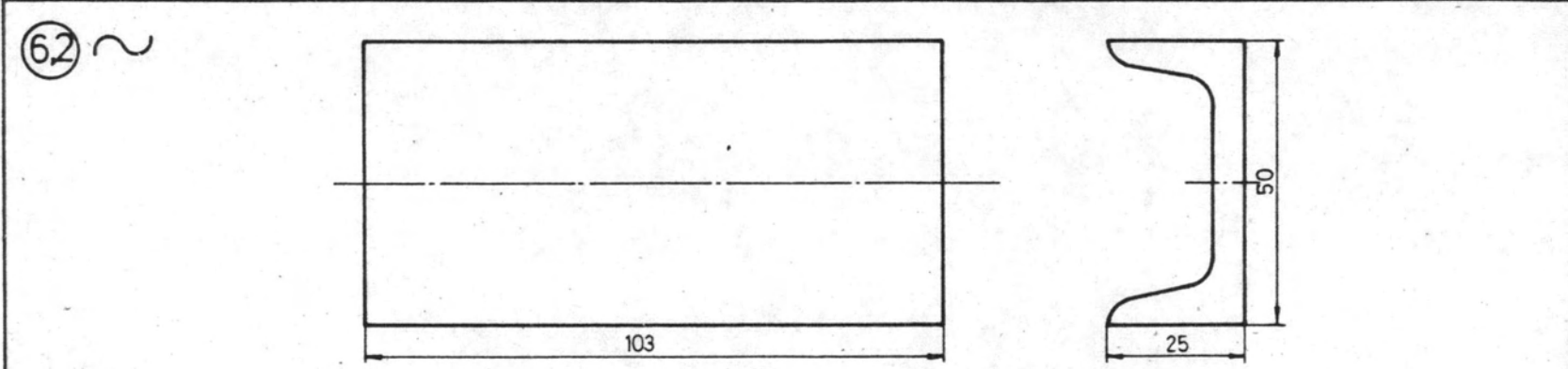
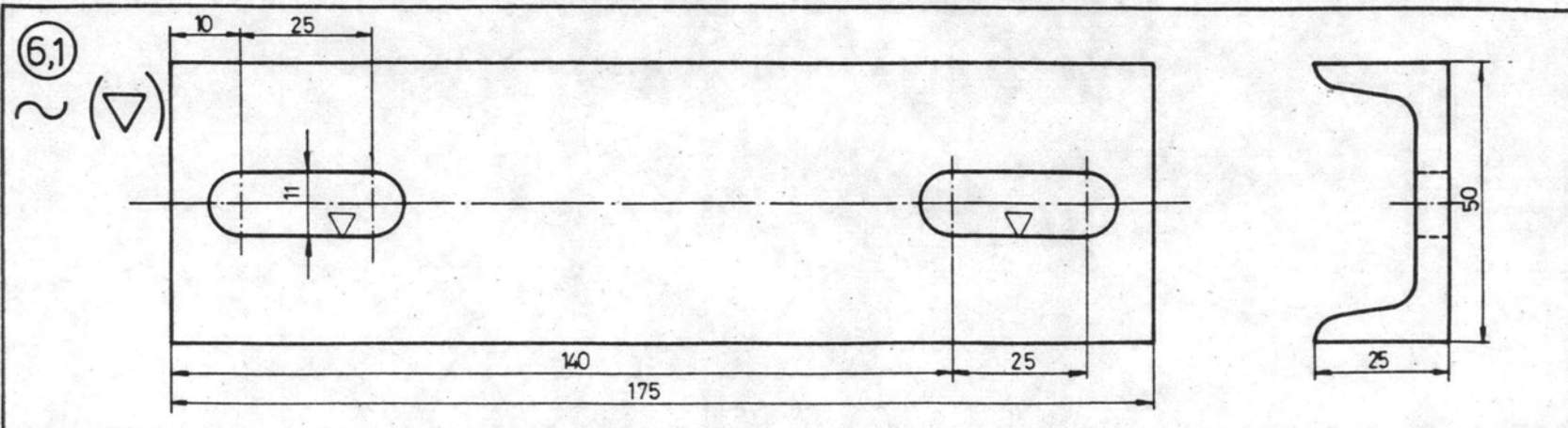


5.2	แผ่นรองพื้นหม้อไอน้ำ	C-50x25 DIN 1026	St. 37	DG372-5.2	4
5.1	ตัวเชื่อมหม้อไอน้ำ	C-50x25 DIN 1026	St. 37	DG372-5.1	2
ชื่อ	รายการ	ขนาด	วัสดุ	หมายเหตุ	จำนวน
ผู้เขียน	วิศวกร	ออกแบบ	1 ก.พ. 24		
ผู้ตรวจสอบ					
ผู้ควบคุม					
อัตราส่วน	ชื่อแบบ	เครื่องทาสีความลึกของวัสดุ		DG372-5.1	
3:4					



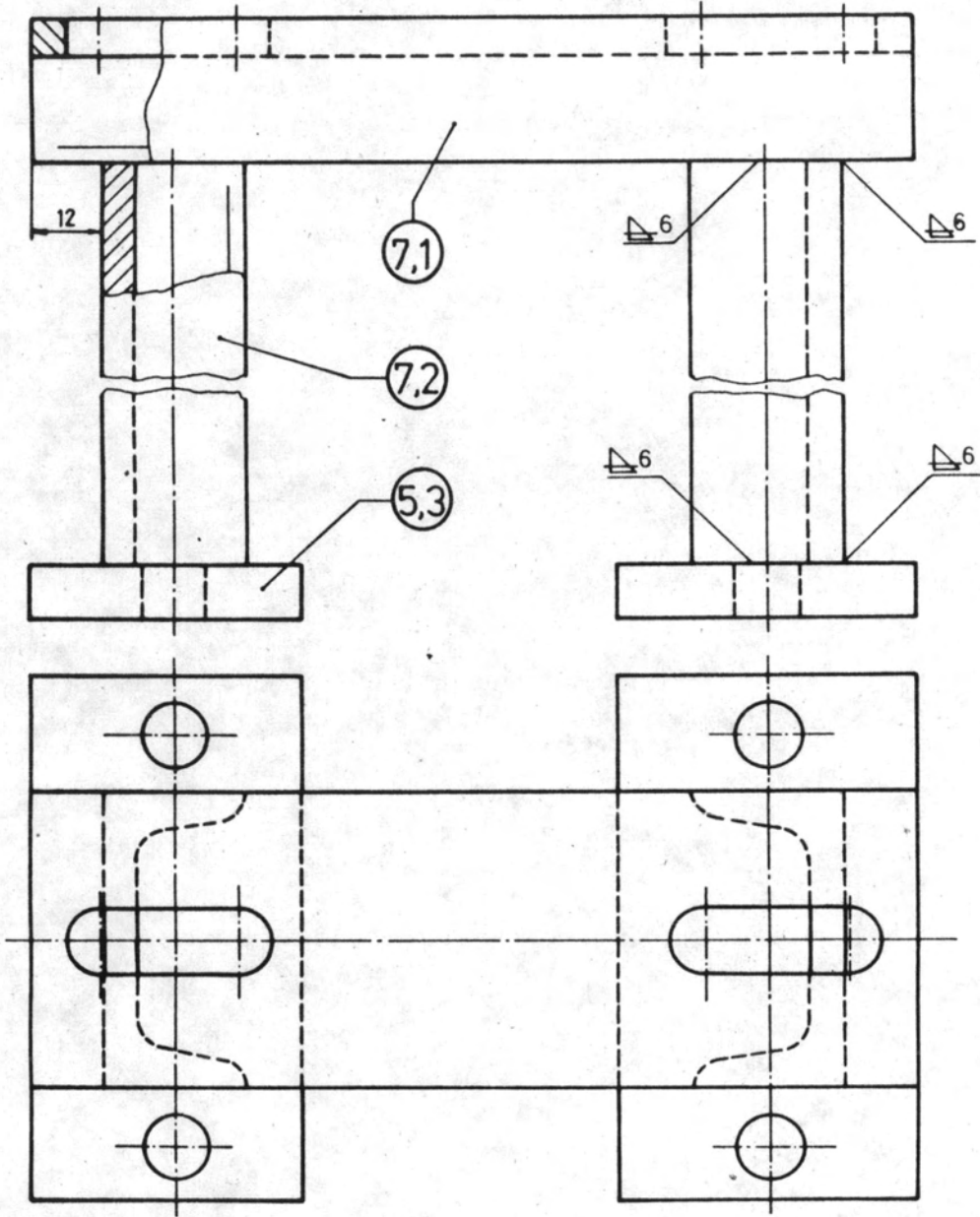
5.3	ฝาครอบสำหรับ Bearing	53 x 93 x 10	St. 37	DG372-5.3	2
6.2	ใส่ครอบสำหรับ Bearing	[- 50 x 25 DIN 1026	St. 37	DG372-6.2	2
6.1	ใส่ครอบสำหรับ Bearing	[- 50 x 25 DIN 1026	St. 37	DG372-6.1	1
ชื่อ	รายการ	ขนาด	วัสดุ	พิกัด	จำนวน

ผู้เขียน	นายวิชาญ วัฒนพรหม	2 ก.พ. 24	แผนกเทคนิค
ผู้ตรวจสอบ			
ผู้ควบคุม			
ผู้ดำเนินการ			
มาตราส่วน	3:4	เครื่องกลึงความถี่สูง	DG372-6

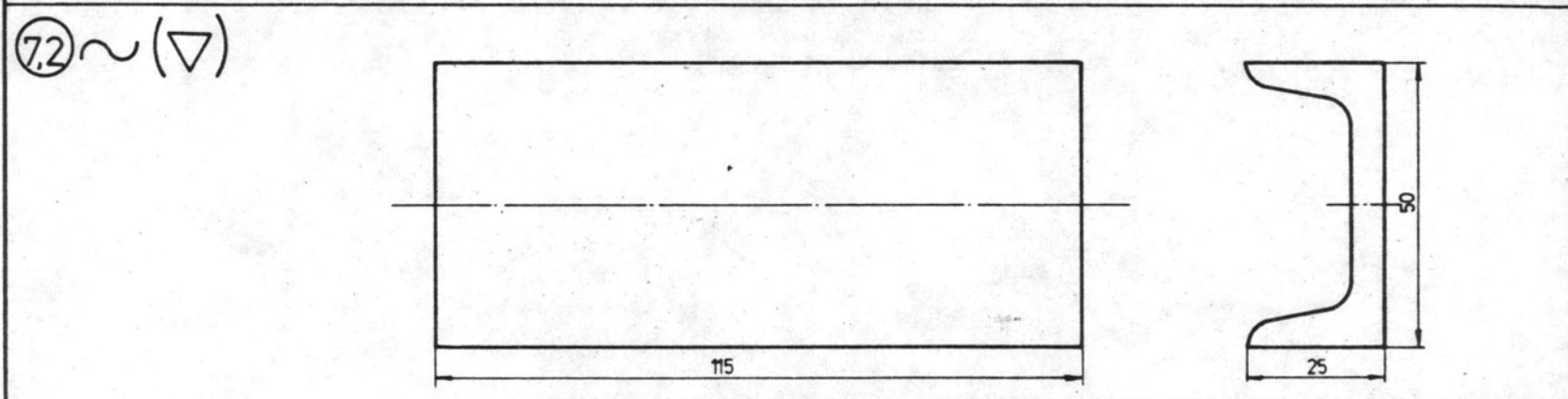
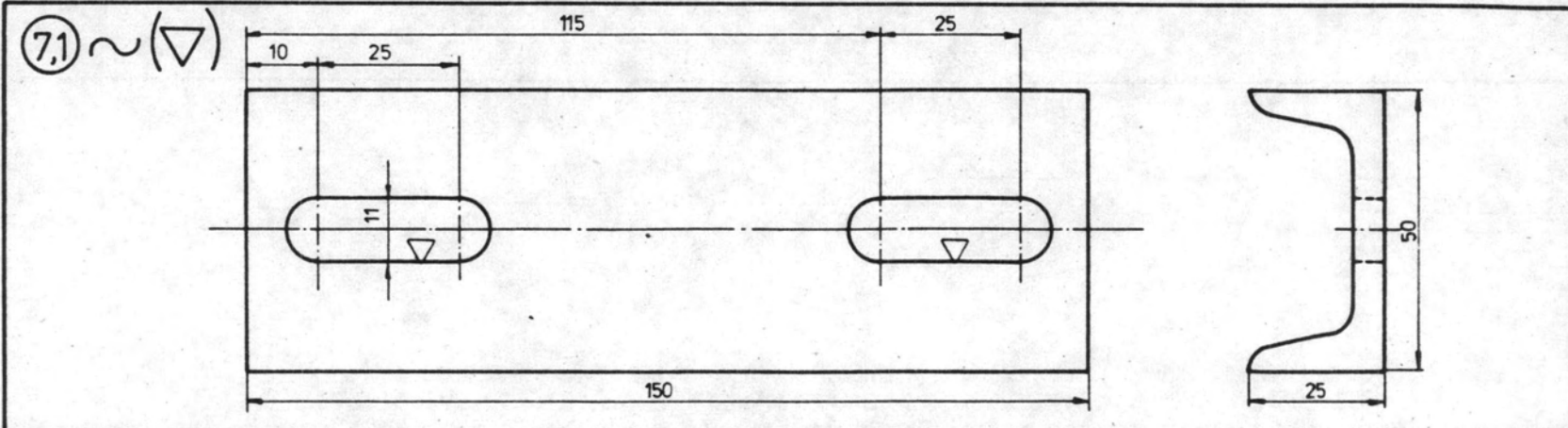


6.2	เหล็กผสมฟัน Bearing	C-50x 25 DIN 1026	St. 37	DG372 - 6.2	2
6.1	เหล็กผสมฟัน Bearing	C-50x 25 DIN 1026	St. 37	DG372 - 6.1	1
ชื่อ	จำนวน	ขนาด	วัสดุ	ข้อกำหนด	อื่นๆ
ชื่อ	จำนวน	ขนาด	วัสดุ	ข้อกำหนด	อื่นๆ
ชื่อ	จำนวน	ขนาด	วัสดุ	ข้อกำหนด	อื่นๆ
ชื่อ	จำนวน	ขนาด	วัสดุ	ข้อกำหนด	อื่นๆ
อัตราส่วน	ชื่อรายการ			ข้อกำหนด	
3:4	การตรวจสอบ			DG372-6.1	

7

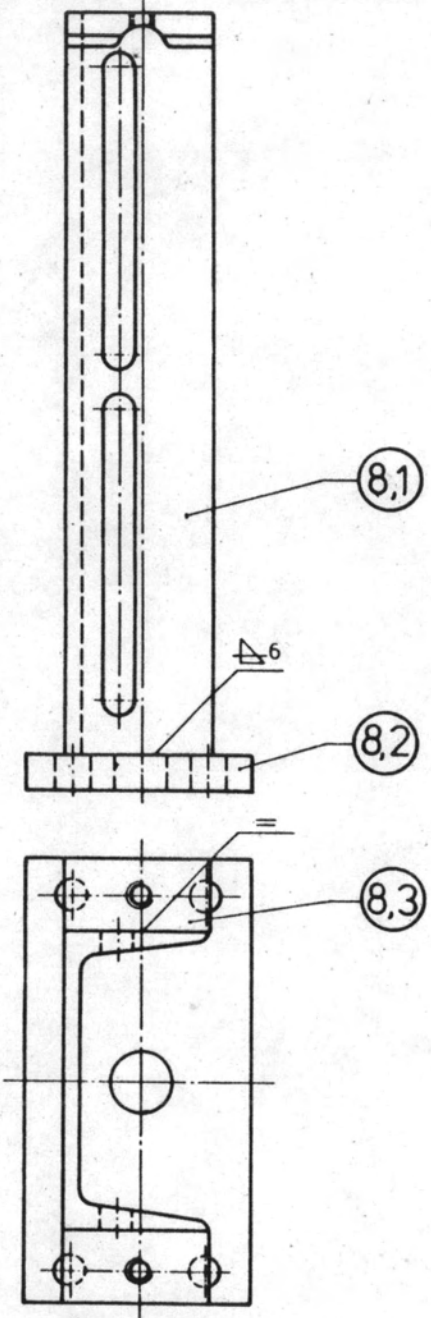


5.3	แบริ่ง (ค่าแทนรับ Bearing)	□ 53 x 93 x 10	St. 37	DG 372-5.3	2
7.2	แบริ่ง (ค่าแทนรับ Bearing)	C-50 x 25 DIN 1026	St. 37	DG 372-7.2	2
7.1	แบริ่ง (ค่าแทนรับ Bearing)	C-50 x 25 DIN 1026	St. 37	DG 372-7.1	1
ชื่อ	รายการ	ขนาด	วัสดุ	หมายเหตุ	จำนวน
ผู้ร่าง	วิศวกร	ทนาย	1 ก.พ. 84		
ผู้ตรวจสอบ					
ผู้ตรวจสอบ					
ผู้ตรวจสอบ					
อัตราส่วน	3:4	เครื่องกลศาสตร์		ชื่อโครงการ	DG 372-7



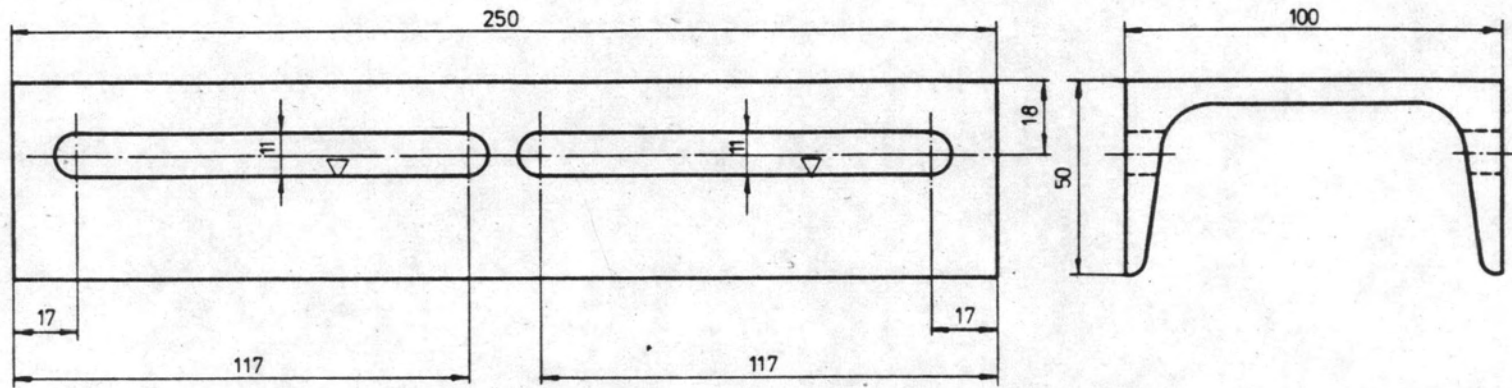
7.2	ใช้วัสดุในชั้น Bearing	C-50 x 25 DIN 1026	St. 37	DG372-7.2	2
7.1	ใช้วัสดุในชั้น Bearing	C-50 x 25 DIN 1026	St. 37	DG372-7.1	1
ใบ	มาตรา	มาตรา	ใบ	ใช้วัสดุในชั้น	มาตรา
วันที่	วันที่		29 มี.ค. 24		
ชื่อ					
ตำแหน่ง					
อัตราส่วน	3:4		ใช้วัสดุในชั้น	DG372-7.1	
	ใช้วัสดุในชั้น		ใช้วัสดุในชั้น		

8



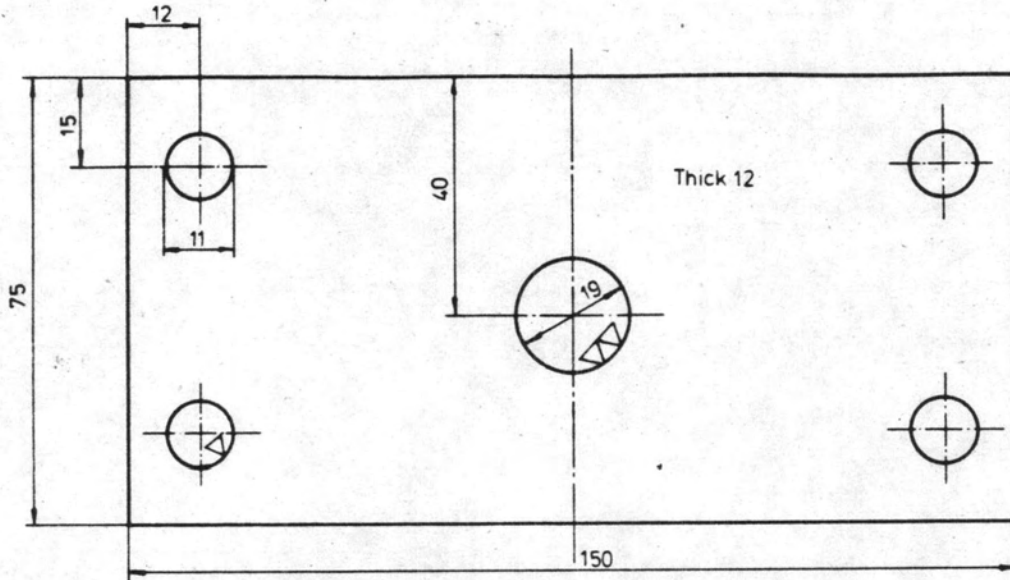
8.3	หมัดท้ายของท่อนวม	14 x 50 x 57	St 37	DG 372-8,3	2
8.2	ฐานรับหมัดท้ายของท่อนวม	78 x 154 x 12	St 37	DG 372-8,2	1
8.1	ท่อนวมตัวอ่อน	[-100 x 50 DIN 1026	St 37	DG 372-8,1	1
ชื่อ	รายการ	ขนาด	วัสดุ	รายการประกอบ	จำนวน
ผู้เขียน	ผู้ตรวจสอบ	วันที่	24		
ผู้ร่าง					
ผู้ตรวจสอบ					
ผู้ตรวจสอบ					
มาตราส่วน	3:8			DG372-8	
	เครื่องทอเส้นใยความยาว				

8.1 ~ (▽)

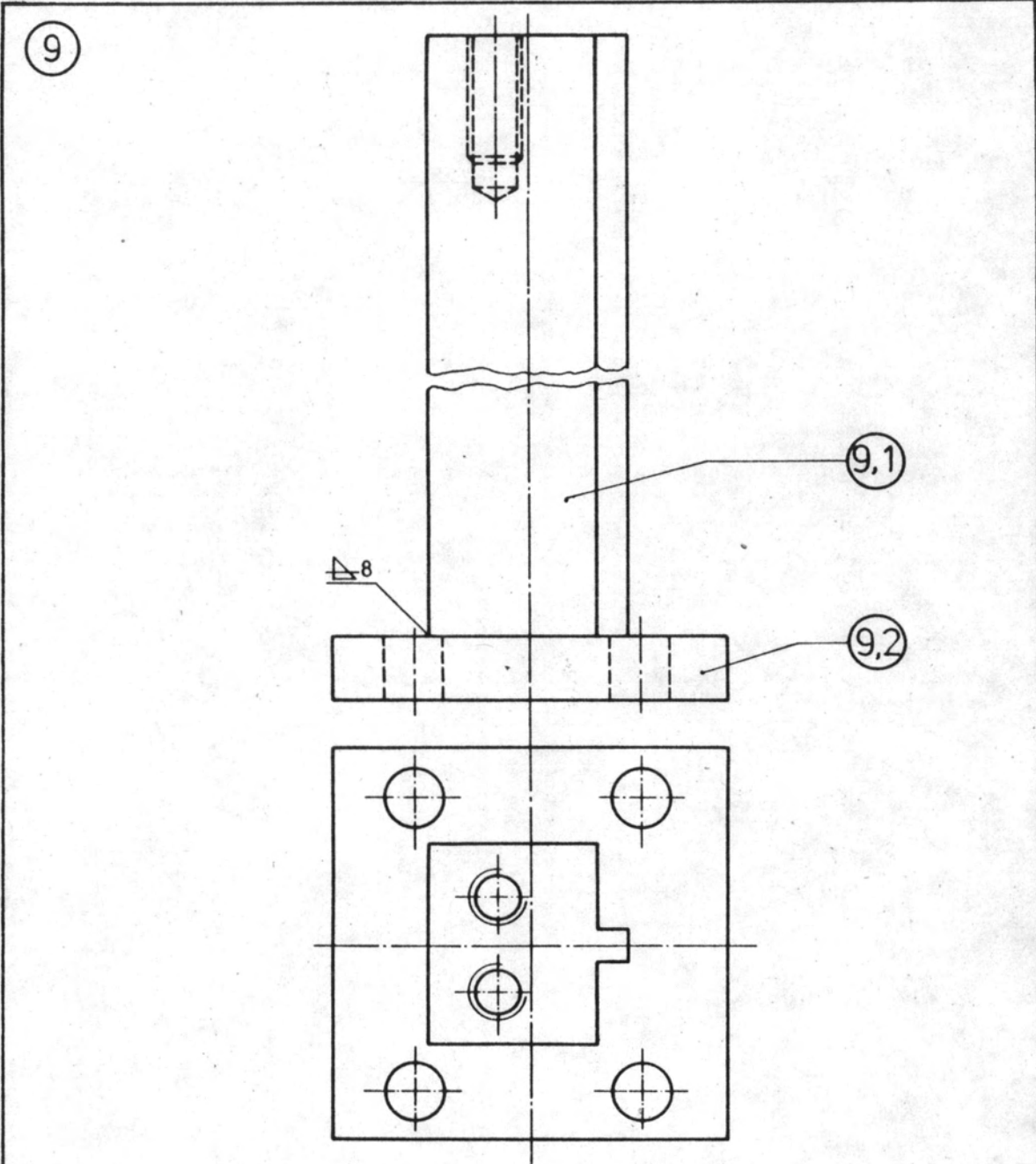


8.1	แผ่นยึดตัวรับปีก	[-100 x 50 DIN 1026	St 37	—	2
รูปที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	รายการอื่นๆ	จำนวน
ผู้เขียน	รศ.ดร.วิจิตร กอสมานพุก	5 มิถ 24			
ผู้ตรวจสอบ					
ผู้ควบคุมงาน					
ผู้ดำเนินการ					
ขนาดภาพ	1:2	วิธีดำเนินการ		รายการอื่นๆ	
		เก็บรักษาต้นแบบความถี่ของวัสดุ		DG372-8,1	

8.2 ~ (▽▽, ▽)

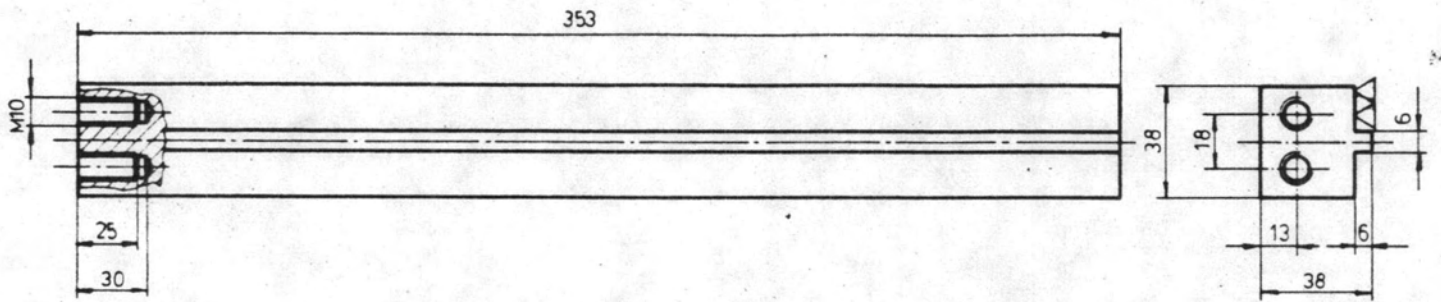


8.2	ถังรับน้ำฝน	77 x 152 x 12	St. 37	—	2
ชื่อ	รายการ	ขนาด	วัสดุ	หมายเหตุ	จำนวน
ผู้เขียน	วิศวกร	ทอ	5		24
ผู้ตรวจสอบ					
ผู้ตรวจสอบ					
ผู้ตรวจสอบ					
อัตราส่วน	3:4	เครื่องทอ	เครื่องทอ	DG372-8.2	



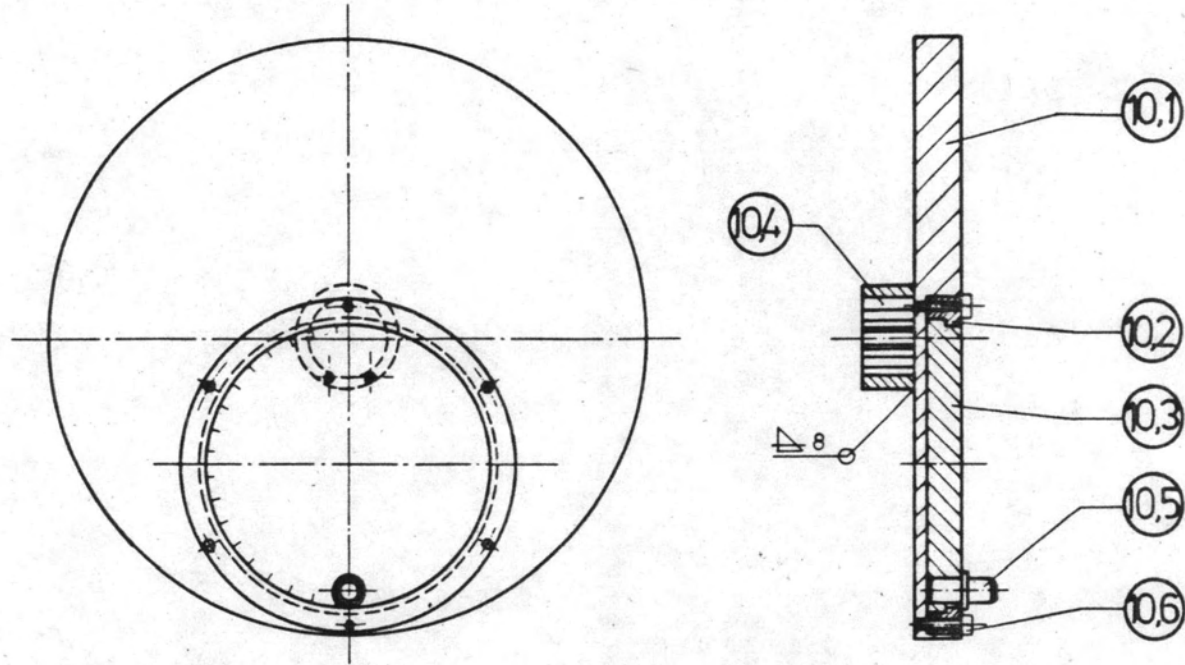
9.2	Column	□ 78 × 78 × 12	St 37	DG 372-9.2	2
9.1	Column	□ 40 × 355 × 40	St 37	DG 372-9.1	2
	รายการ	ขนาด	วัสดุ	เลขที่รายการ	จำนวน
	ชื่อ	ขนาด	วัสดุ	เลขที่รายการ	จำนวน
	ชื่อ	ขนาด	วัสดุ	เลขที่รายการ	จำนวน
	ชื่อ	ขนาด	วัสดุ	เลขที่รายการ	จำนวน
	ชื่อ	ขนาด	วัสดุ	เลขที่รายการ	จำนวน
3:4	ชื่อ	ขนาด	วัสดุ	DG372-9	

9.1 ▽ (▽▽)



9.1	Column	□ 40 × 355 × 40	St 37	—	2
ชื่อ	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	สถานที่ประกอบ	จำนวน
ผู้เขียน	ช่างเทคนิค กองช่างเทคนิค	13 มิถ. 24			
ผู้ตรวจสอบ					
ผู้ควบคุมงาน					
ภาคทวิคูณ	ชื่อเขียน	เครื่องทอศิลป์ควบคุมลำของวัสดุ		สถานที่ประกอบ	DG372-9,1
3:8					

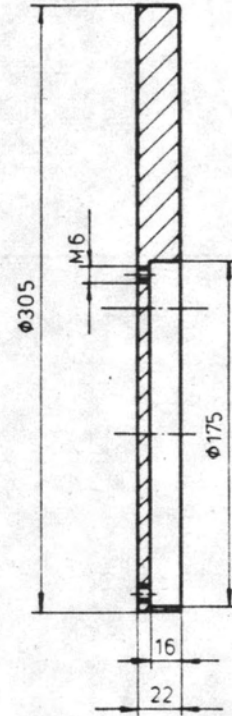
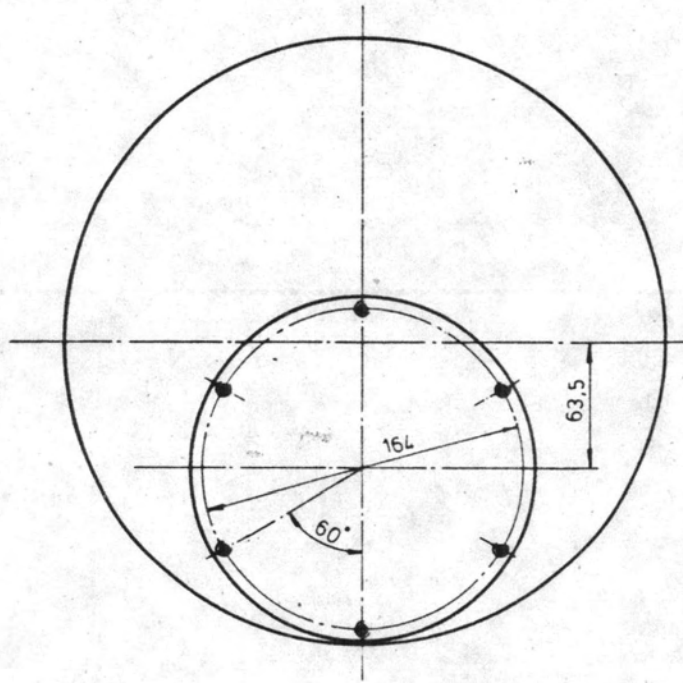
10



10,6	สลักเกลียวหัววงแหวน	M 6 x 20 IN558	4 m 6	DG372 - 10,6	6
10,5	สลัก Needle Bearing	Ø 18 x 40	St 37	DG372 - 10,5	1
10,4	Spline ของ Flywheel กับ พลา	Ø 53 x 30	St 37	DG372 - 10,4	1
10,3	วงแหวนรอง	Ø 155 x 10	St 37	DG372 - 10,3	1
10,2	ตัวลึกรอกของเฟือง	Ø 179 x 18	St 37	DG372 - 10,2	1
10,1	Flywheel	Ø 310 x 24	St 37	DG372 - 10,1	1

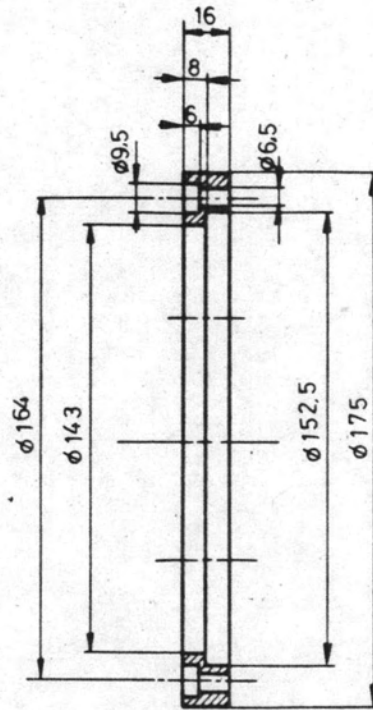
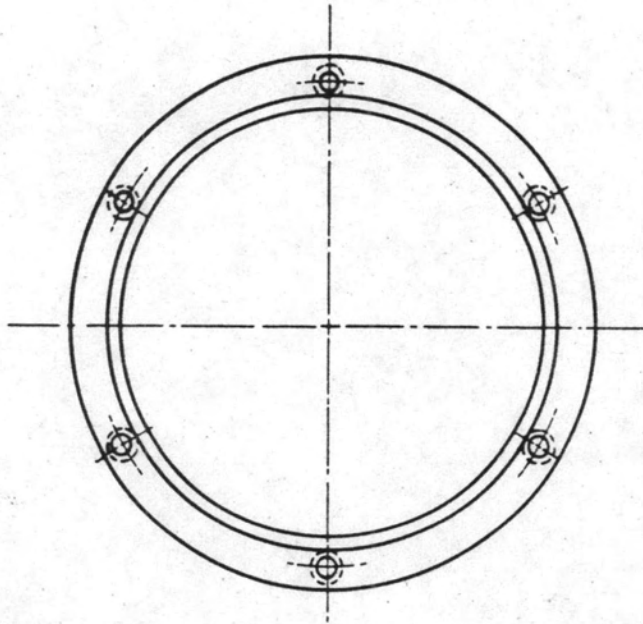
วัสดุ	ขนาด	ความยาว	ราคา	หมายเหตุ	จำนวน
สลักเกลียว	ขนาด	ความยาว	4 m 24		
สลักเกลียว					
สลักเกลียว					
สลักเกลียว					
ขนาด	วัสดุ			หมายเหตุ	
1:4		เครื่องกลึง		DG372-10	

10.1



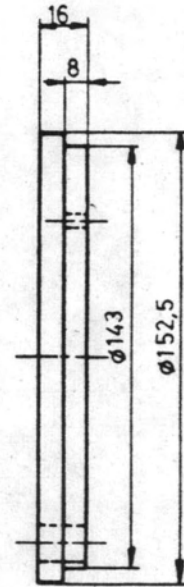
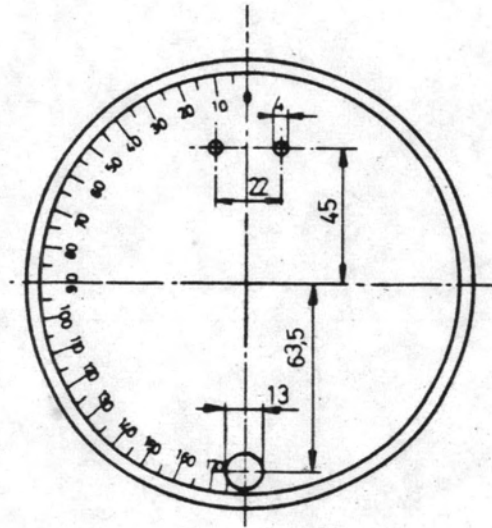
10.1	Flywheel	$\phi 310 \times 24$	St 37	—	1
วัสดุ	รายการ	ขนาด/สี	วัสดุ	ขนาด/เลขหมาย	จำนวน
แผ่น	ขนาด/สี	ขนาด/สี	13 สี 24		
สลัก					
สลัก					
สลัก					
ขนาด/สี	สี/เลขหมาย			ขนาด/เลขหมาย	
1:4	เครื่องวัดความลึก			DG 372-10.1	

102 W



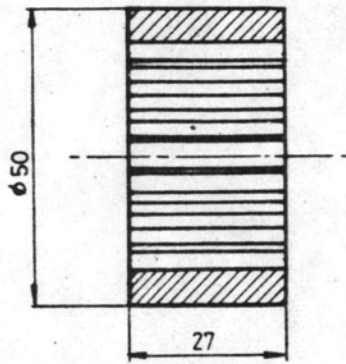
10.2	ตัวล้อจากงานเปิดตอนหัว	∅ 179 x 18	St 37	—	1
ชื่อ	รายการ	ขนาด	วัสดุ	ขนาดหน้าแปลน	จำนวน
ผู้เขียน	วิศวกร	ขนาดหน้าแปลน	18 มม. 24		
ผู้ตรวจสอบ					
ผู้ตรวจสอบ 2					
ผู้เขียนแบบ					
ขนาดเส้น	อัตราส่วน	เตรียมขนาดหน้าแปลนตามค่าจริงของวัสดุ		ขนาดหน้าแปลน	DG372-10,2
3:8					

D3

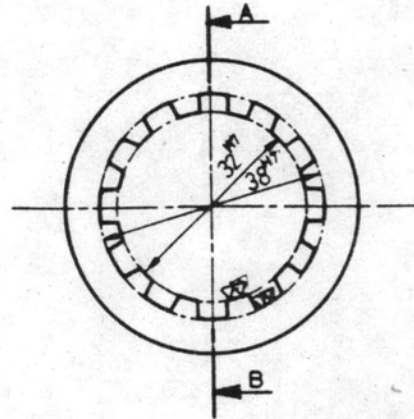


10.3	จานตัวเลข	$\phi 155 \times 10$	St 37	—	1
ชื่อ	รายการ	ขนาด	วัสดุ	ข้อกำหนด	จำนวน
ชื่อ	จำนวน	จำนวน	13 ชุด 24		
ชื่อ					
ชื่อ					
ชื่อ					
อัตรา	3:8	เครื่องทดสอบความลึกของวัสดุ		DG 372-10,3	

10.4 ~ (W)

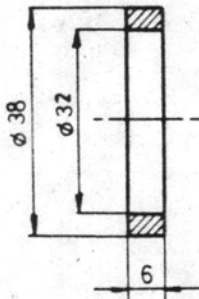


SECTION A-B



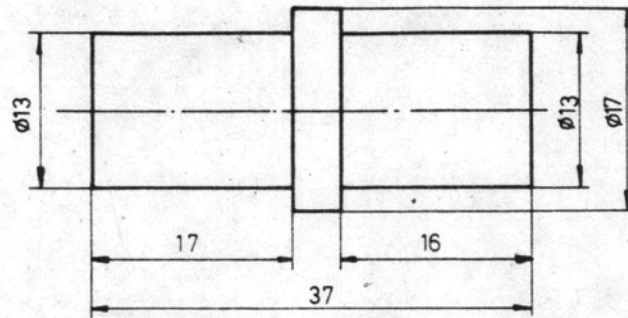
ขนาดภายนอก	ค่าผิดพลาดเชิง
38 ^{H7}	+0.025 0.0
32 ^{H7}	+0.025 0.0

37 W



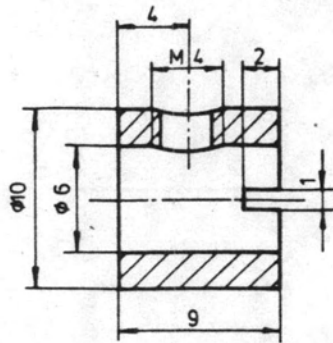
37	เหล็กชุบ	Ø 40 x 9	St 37	DG372-37	1
10.4	Spline die Flywheel / ชุม	Ø 53 x 30	St 37	DG372-10.4	1
วัสดุ	ประเภท	ขนาด	สี	เลข/เลขแบบ	จำนวน
สี	สีเทา	ขนาด	13 สี: 24		
สี	สีเทา				
สี	สีเทา				
สี	สีเทา				
อัตราส่วน	สีเทา			เลข/เลขแบบ	
3:4				DG372-10,4	

10,5

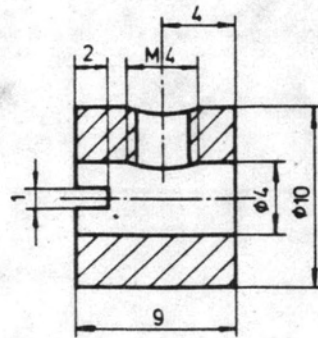


10,5	ลูก Neede Bearing	$\phi 18 \times 40$	St. 37	—	1
ชื่อ	รายการ	ขนาด	วัสดุ	หมายเหตุ	จำนวน
ผู้จัดทำ	นายวิชาญ นนทชานนท์		12 มิถ 24		
ผู้ตรวจ					
ผู้ตรวจ ผ.ย.					
ผู้ควบคุม					
มาตรฐาน	ISO 105				
3:2	เครื่องทดสอบความถี่ของวัสดุ		DG372-10,5		

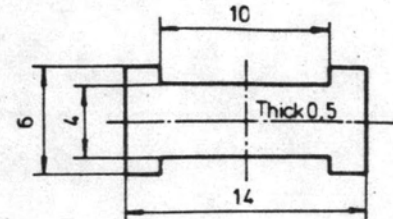
11.1 ▽



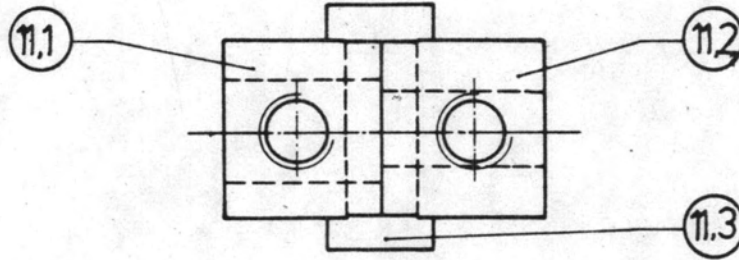
11.2 ▽



11.3 ▽

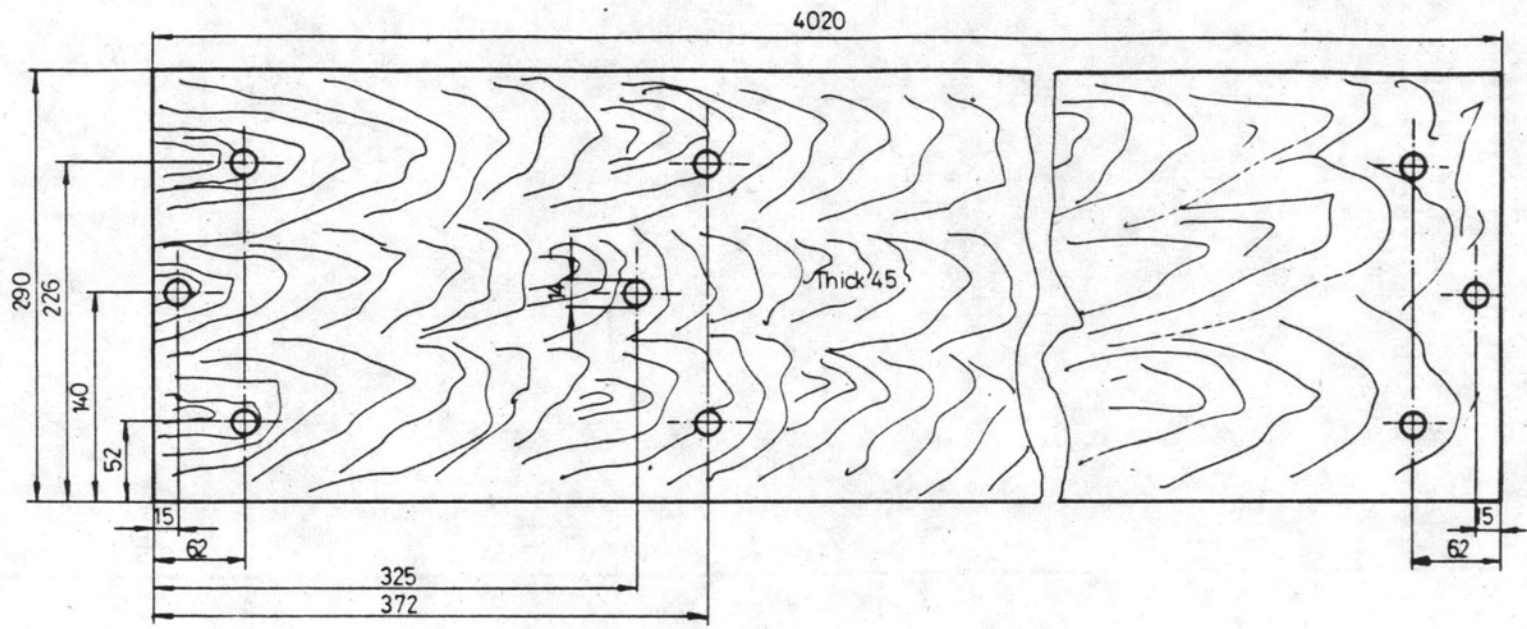


11



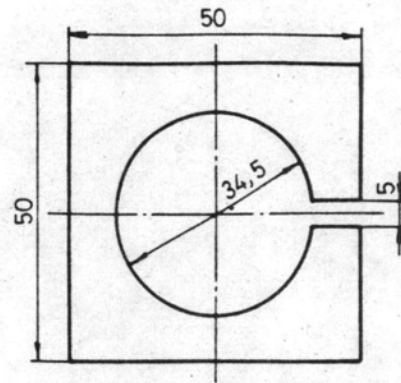
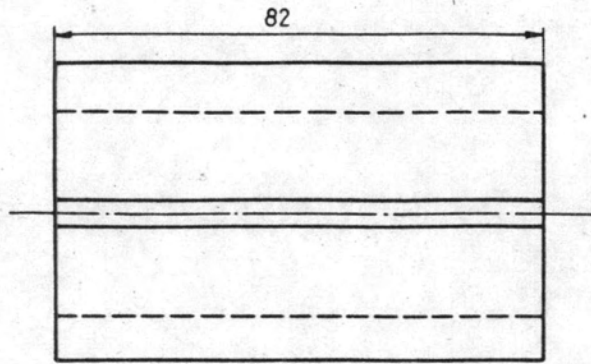
11.3	ปลอกท่อเหล็กตัวสี่เหลี่ยม	8 x 16 x 0.5	St. 42	DG372 - 11.3	1
11.2	หัวต่อเหล็กตัวสี่เหลี่ยม	φ12 x 12	St. 37	DG372 - 11.2	1
11.1	หัวต่อเหล็กตัวสี่เหลี่ยม	φ12 x 12	St. 37	DG372 - 11.1	1
ชื่อ	วราภรณ์	ตำแหน่ง	ช่างเทคนิค	วันที่	25/04/2564
ชื่อ	วราภรณ์	ตำแหน่ง	ช่างเทคนิค	วันที่	25/04/2564
ชื่อ	วราภรณ์	ตำแหน่ง	ช่างเทคนิค	วันที่	25/04/2564
ชื่อ	วราภรณ์	ตำแหน่ง	ช่างเทคนิค	วันที่	25/04/2564
มาตราส่วน	9:4	ชื่อโรงงาน	เครื่องทอท่อเหล็ก	ชื่อโครงการ	DG372-11

12

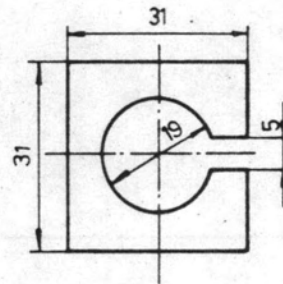
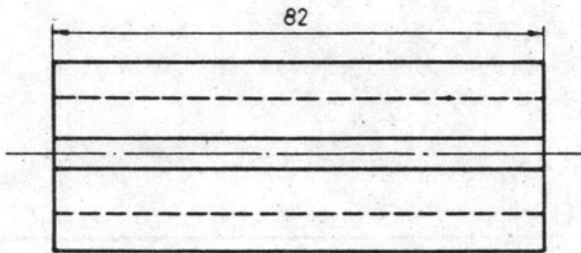


12	ไม้เนื้อแข็ง	□ 290 x 4020 x 45	ไม้เนื้อแข็ง	—	2
ไม้	ชนิด	ขนาด	สี	ลักษณะผิว	จำนวน
ไม้เนื้อแข็ง	ไม้เนื้อแข็ง	4 นิ้ว 24			
สี					
ลักษณะผิว					
อัตราส่วน	ไม้เนื้อแข็ง			ไม้เนื้อแข็ง	
3:4	ไม้เนื้อแข็ง			DG372-12	

13

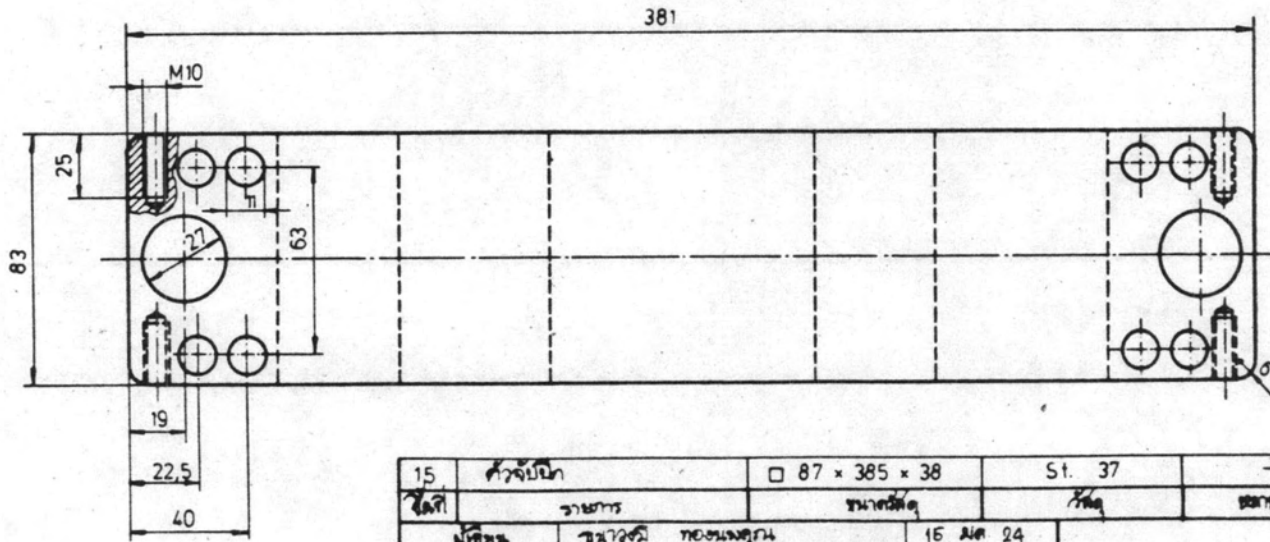
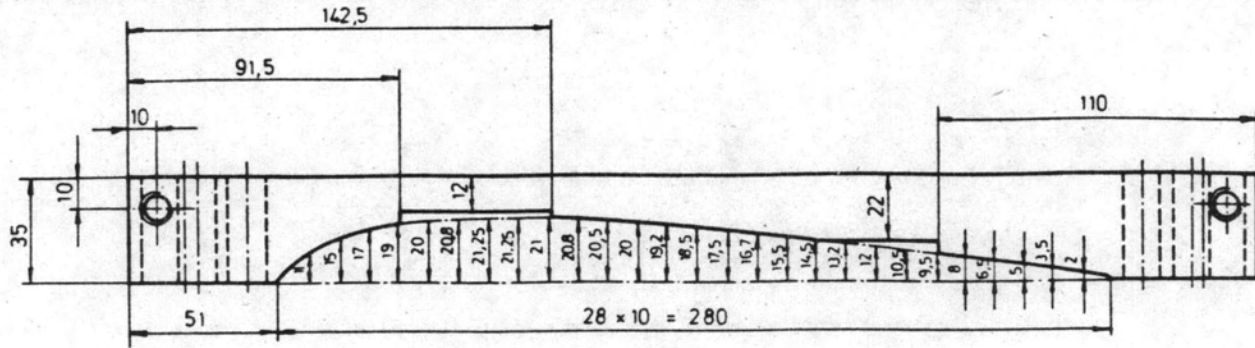


14



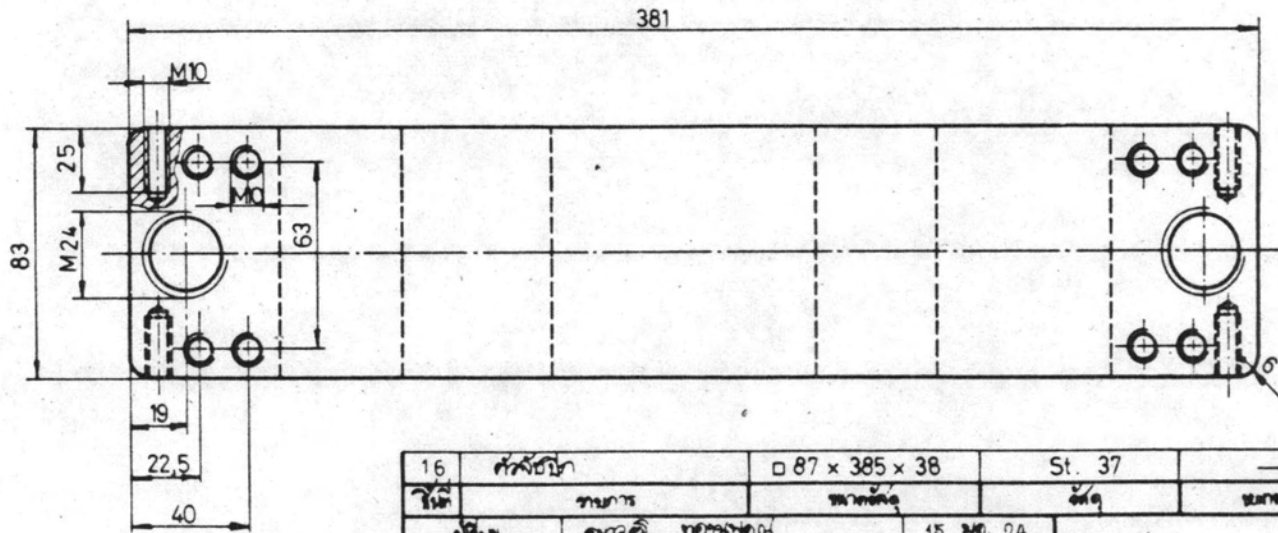
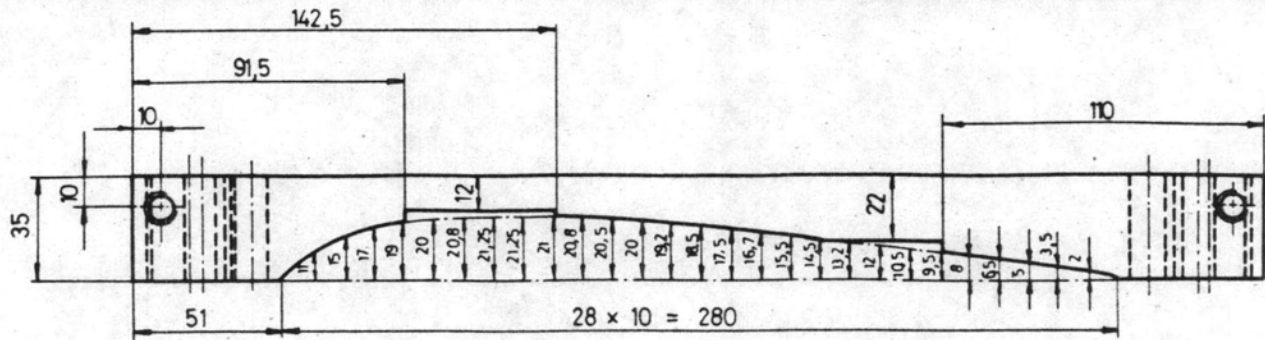
14	ตัวรับปีก	□ 34 × 34 × 85	St 37	DG372-14	1
13	ตัวรับปีก	□ 53 × 53 × 85	St 37	DG372-13	1
วันที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	รายการประกอบ	จำนวน
ผู้เขียน	วิศวกร	ทองแดง	4 มม 24		
ผู้ตรวจสอบ					
ผู้ควบคุม					
มาตราส่วน	ชื่อรายการ			รายการประกอบ	
3:4	เครื่องทอพร้อมความถี่ของตัว			DG 372-13	

15



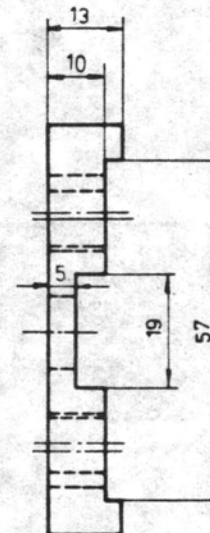
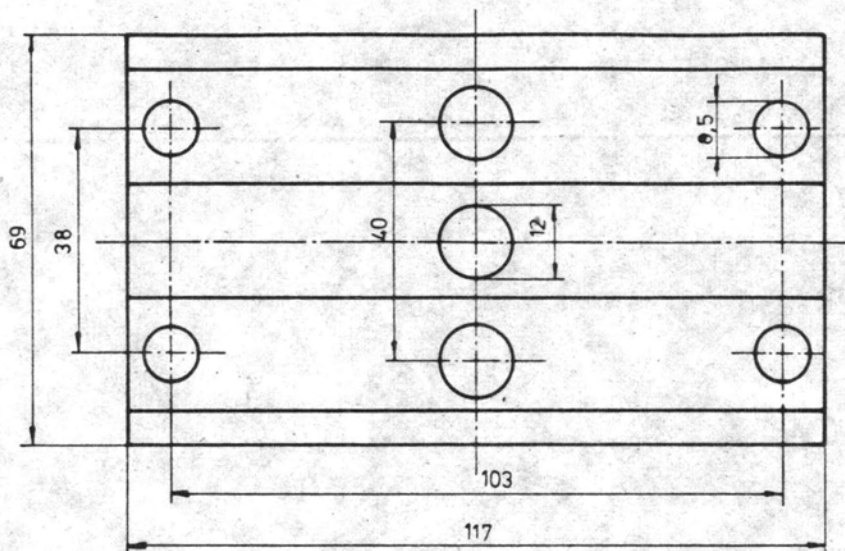
15	ท่อเหล็ก	□ 87 x 385 x 38	St. 37	—	1
ชื่อ	รายการ	ขนาด	วัสดุ	จำนวน	หน่วย
ท่อเหล็ก	ท่อเหล็ก	□ 87 x 385 x 38	St. 37	15	ม. 24
ท่อเหล็ก					
ท่อเหล็ก					
ท่อเหล็ก					
3:8	เครื่องตัดท่อเหล็ก				DG 372-15

16 ▽



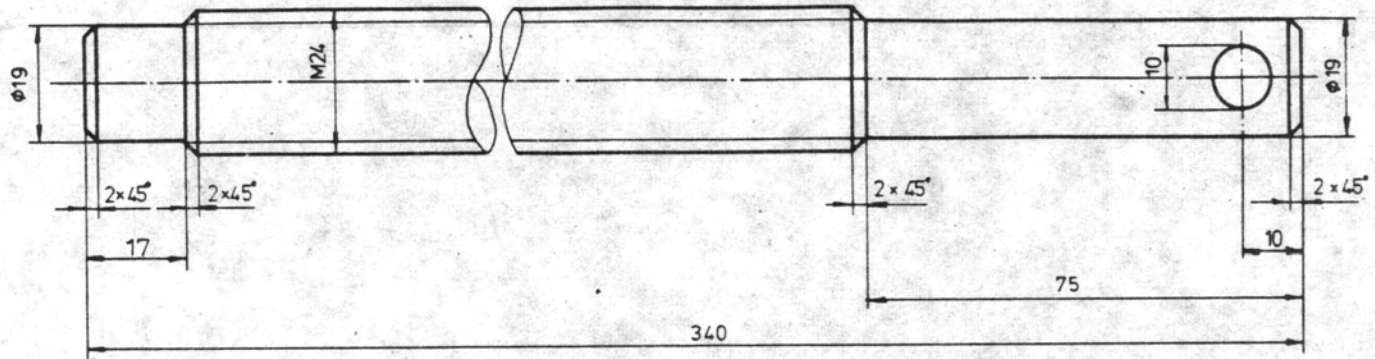
16	ตัวส่งยา	□ 87 x 385 x 38	St. 37	—	1
วัสดุ	รายการ	ขนาด	ชุด	รายการประกอบ	จำนวน
ผู้เขียน	สมชาย สอนวิชา		15 ชุด 24		
ผู้ตรวจสอบ					
ผู้จัดทำ					
ขนาดภาพ	3:8	เครื่องกลศาสตร์ของวัสดุ		DG 372-16	

17 ▽



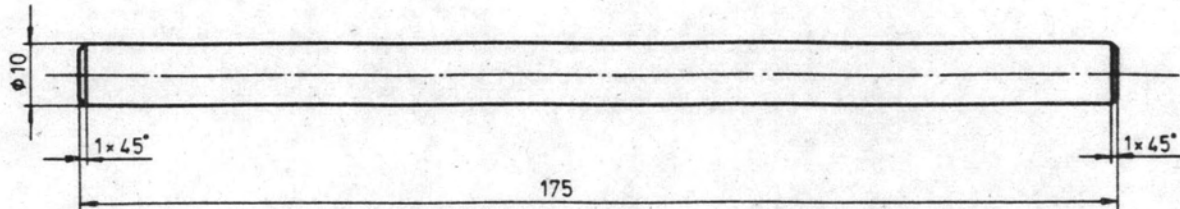
17	ฐานข้อสี่เหลี่ยม	72 x 120 x 13	St 37	—	1
วัสดุ	ขนาด	ขนาด	วัสดุ	ชนิด/สี/ผิว	ชนิด
ผู้เขียน	สามารถ ทอระพวง	8 สก 94			
ผู้ตรวจสอบ					
ผู้ควบคุม					
ผู้ดำเนินการ					
มาตรฐาน	3:4	เครื่องกลศาสตร์ของวัสดุ	DG372-17		

18

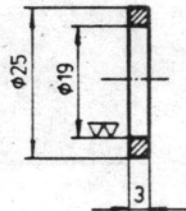


18	สกรูปรับระดับตัวถังรถ	Ø 25 x 343	St 60	—	2
วัสดุ	รายละเอียด	ขนาด/รหัส	วัสดุ	ประเภท/ชนิด	จำนวน
วิธีขึ้น	วิธีขึ้น	วิธีขึ้น	5 บ. 24		
วิธีขึ้น					
วิธีขึ้น					
วิธีขึ้น					
อัตราส่วน	วิธีขึ้น			วิธีขึ้น	
3:4	วิธีขึ้น			DG372-18	

19 ~

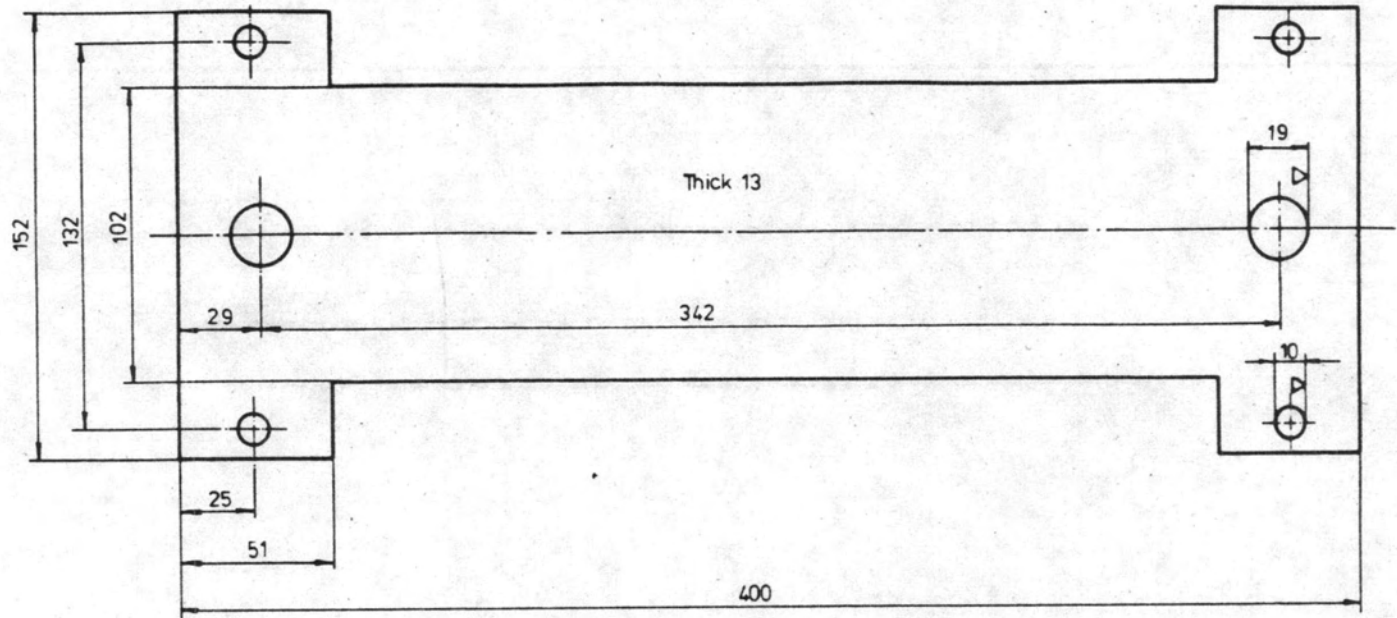


20 ▽ (▽▽)



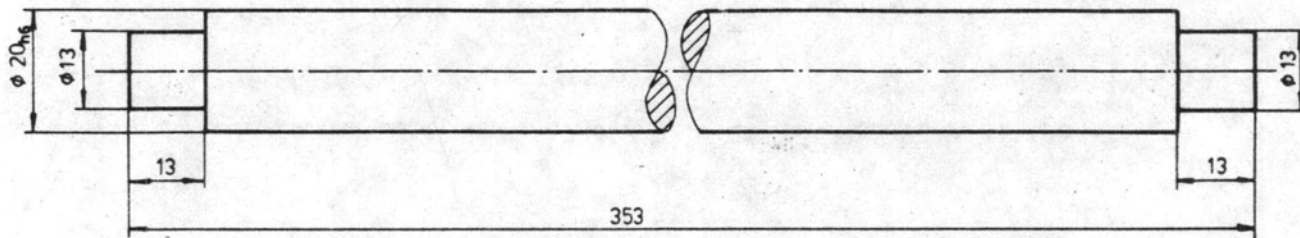
19	เหล็ก สแตนเลส	$\phi 10 \times 178$	St. 37	DG 372 - 19	4
20	เหล็ก สแตนเลส	$\phi 25 \times 3$	St. 37	DG 372 - 20	2
รวม					
ชื่อผู้จัดทำ		ชื่อผู้ตรวจสอบ		วันที่	
นาย ช่างเทคนิค		นาย ช่างเทคนิค		5 มี.ค. 24	
นาย ช่างเทคนิค		นาย ช่างเทคนิค			
นาย ช่างเทคนิค		นาย ช่างเทคนิค			
นาย ช่างเทคนิค		นาย ช่างเทคนิค			
3:4		เครื่องทอของกรมช่างเทคนิค		DG 372-19	

21 ~ (▽)



2"	การแก้ไขแบบฉบับ	□ 155 × 403 × 13	St 37	—	1
วันที่	รายการ	ขนาด	วันที่	จำนวน	จำนวน
แก้ไข	รายการ		5 Aug 24		
แก้ไข					
แก้ไข					
แก้ไข					
ขนาด	อัตราส่วน	เครื่องตัดลอบตามค่าของวัสดุ		รหัสแบบ	DG 372-21
3:4					

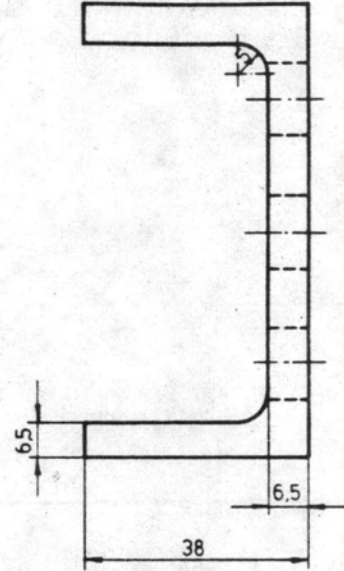
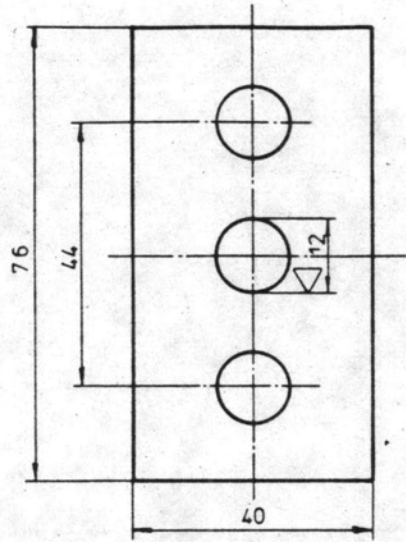
22 



ขนาด	ค่าความคลาดเคลื่อน
20_{h6}	0.0 -0.013

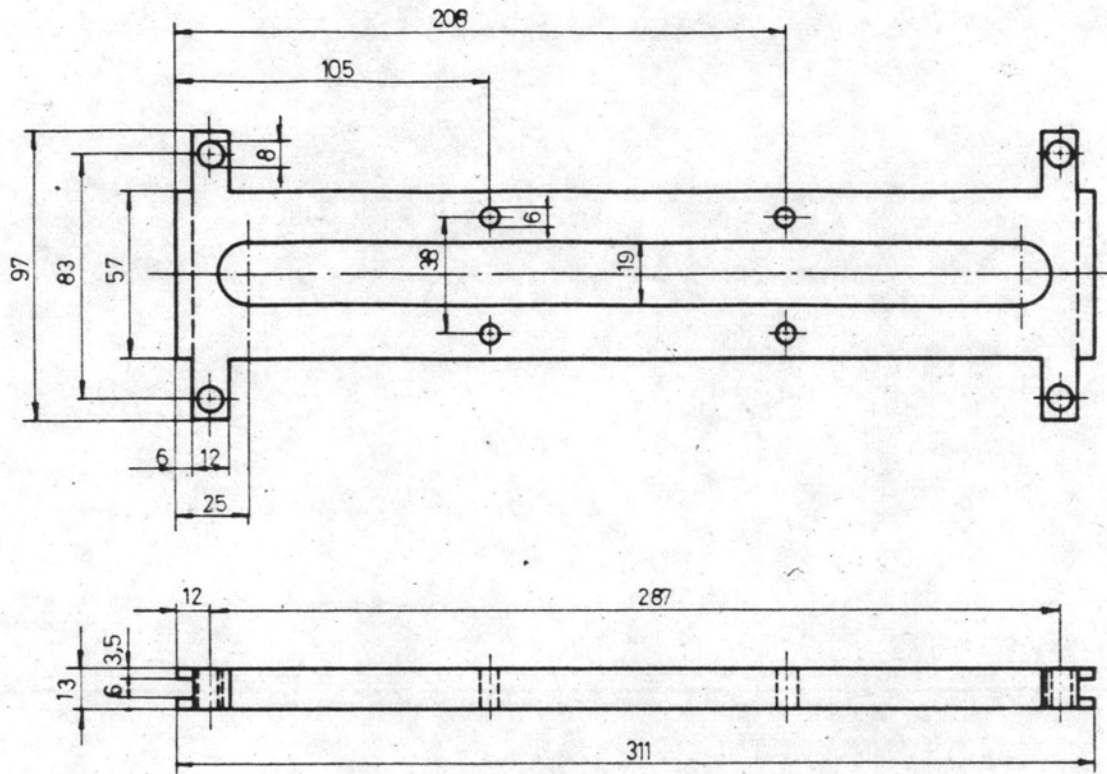
22	วัสดุ	$\phi 20 \times 356$	St. 60	—	1
ชื่อ	รายละเอียด	ขนาด	วัสดุ	จำนวน	อื่นๆ
ชื่อ	รายละเอียด	5 ชิ้น	24		
ชื่อ					
ชื่อ					
ชื่อ	ชื่อ			จำนวน	
3:4	เครื่องกลึง			DG 372-22	

②3 ~ (▽)



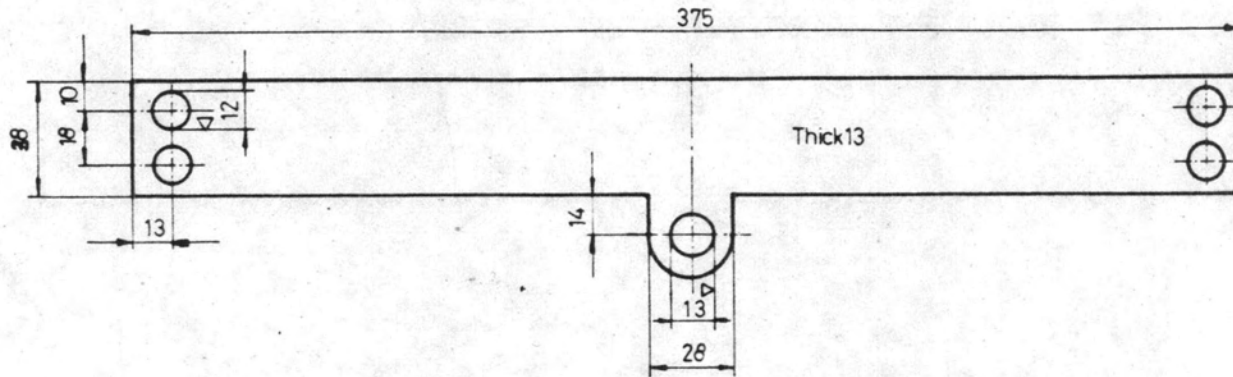
23	ตัวแปี่ยน	$\square 40 \times 78 \times 42$	St 37	--	1
ชื่อ	วัสดุ	ขนาด	ผิว	วิธีขึ้นรูป	จำนวน
วิศวกร	ช่างเทคนิค	5 มีค 24			
ตรวจสอบ					
ตรวจสอบ					
ตรวจสอบ					
ขนาด	3:4	เครื่องกลของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	รหัสงาน	DG372-23	

24



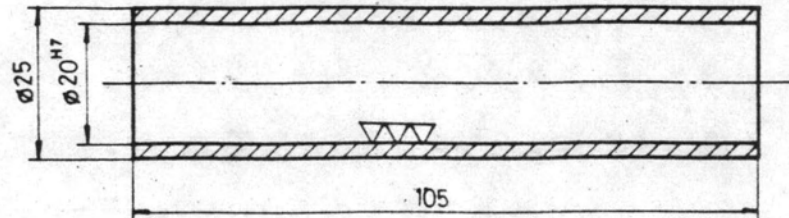
24	Slider	□ 100 × 315 × 13	St 37	±	1
ชื่อ	รายการ	ขนาด	วัสดุ	ความละเอียด	จำนวน
ผู้จัดทำ	ช่างเทคนิค	ท.อานนตพร	12 มิถ 24		
ผู้ตรวจสอบ					
ผู้ควบคุม					
อัตราส่วน	3:4	เครื่องทดสอบความล้มเหลววัสดุ		DG 372-24	

25 ~ (▽)



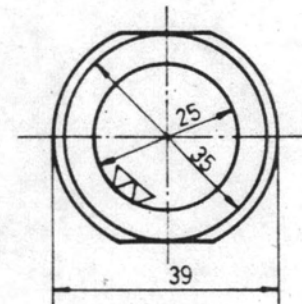
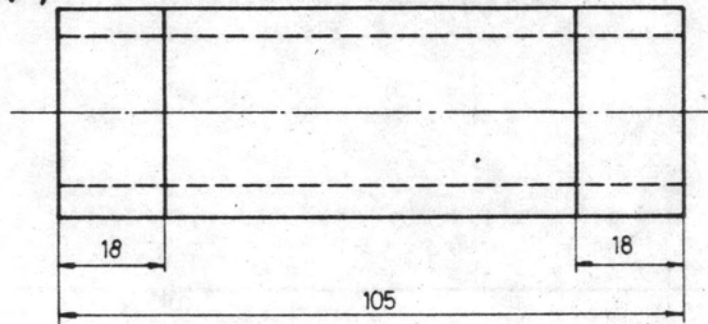
25	ภาพแปลน	□ 58 x 378 x 13	St. 37	—	1
ชื่อ	รายการ	ขนาด	วัสดุ	จำนวน	หน่วย
ผู้เขียน	วิศวกร				
ผู้ตรวจสอบ	วิศวกร				
ผู้ตรวจสอบ ผ.ศ.					
ผู้ตรวจสอบ					
มาตรา ส่วน	ชื่อรายการ	ชื่อโครงการ		ชื่อเอกสาร	
3:8	เครื่องทดสอบความต้านแรงดึง			DG 372-25	

27 (▽) (▽▽)



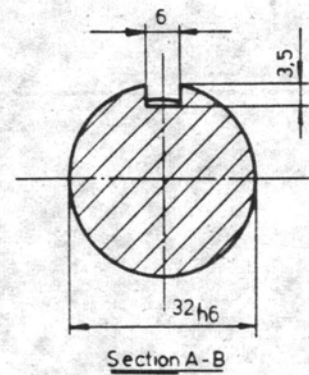
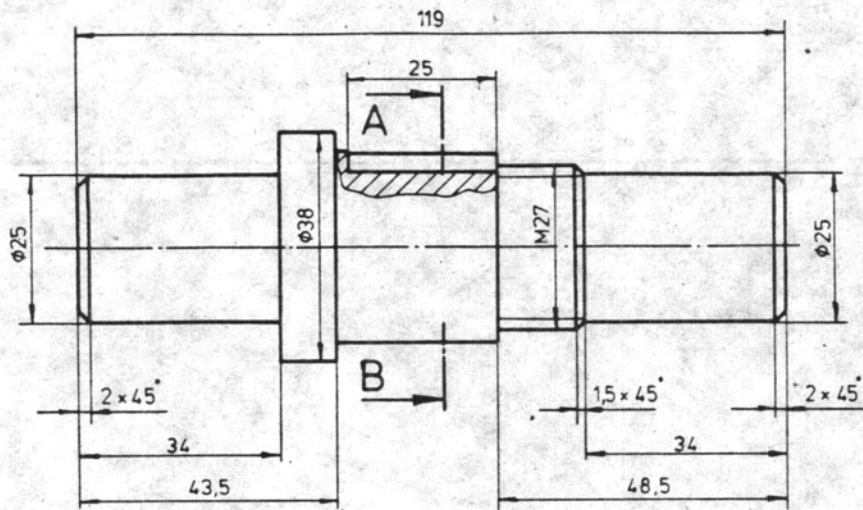
ขนาด	ความแม่นยำ
20 ^{H7}	+0.021 0.0

26 (▽) (▽▽)



27	shaft	∅ 26 x 107	no. 37	DG372-27	1
26	shaft	∅ 40 x 107	St 37	DG372-26	1
ชื่อ	รายการ	ขนาด	วัสดุ	หมายเลข	จำนวน
ชื่อ	รายการ	ขนาด	วัสดุ	หมายเลข	จำนวน
ชื่อ	รายการ	ขนาด	วัสดุ	หมายเลข	จำนวน
ชื่อ	รายการ	ขนาด	วัสดุ	หมายเลข	จำนวน
อัตราส่วน	ชื่อ	เครื่องทอความถี่สูง		หมายเลข	DG372-26
3:4					

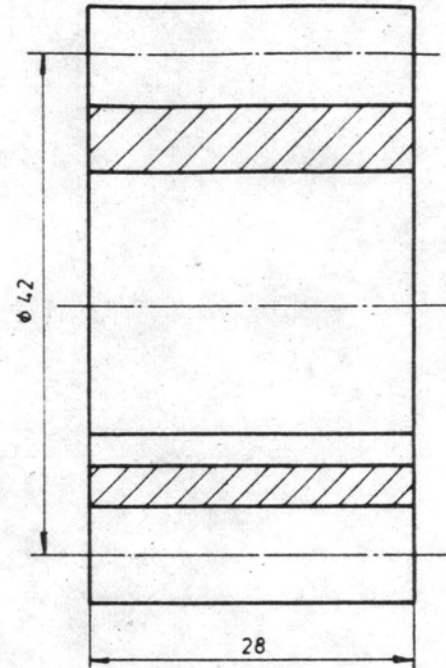
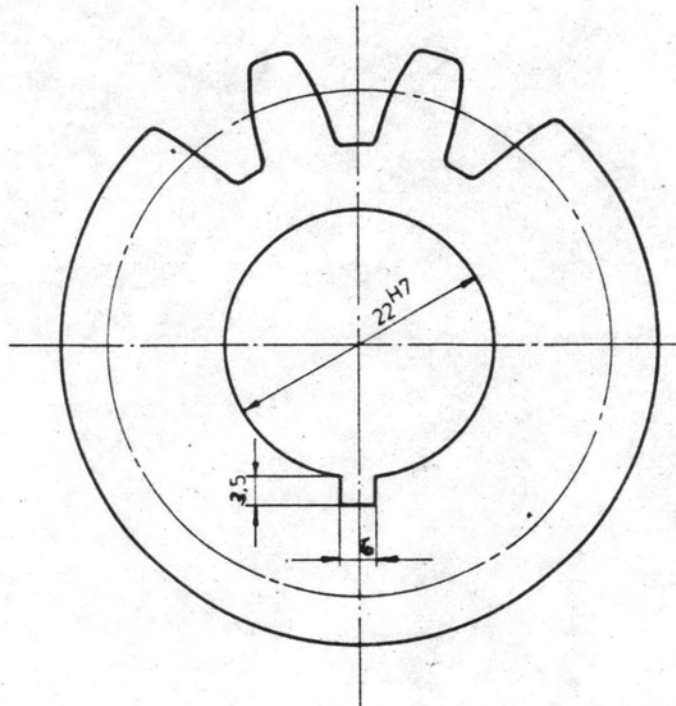
28



ขนาด	ความคลาดเคลื่อน
32h6	0,0 -0,016

28	เพลาข้อต่อ	38 x 120	St 60	—	1
ชื่อ	ผู้จัดทำ	ตรวจสอบ	วันที่	ดำเนินการ	อื่นๆ
ผู้จัดทำ	ช่างเทคนิค	5 มิถ 24			
ผู้ตรวจสอบ					
ผู้ดำเนินการ					
อัตราส่วน	3:4	เพลาข้อต่อแบบทวิทิศทาง		DG372-28	

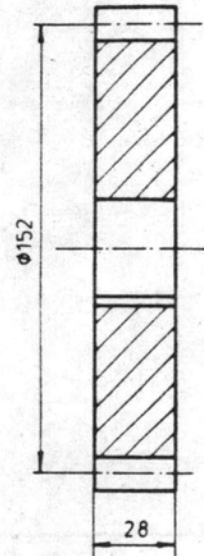
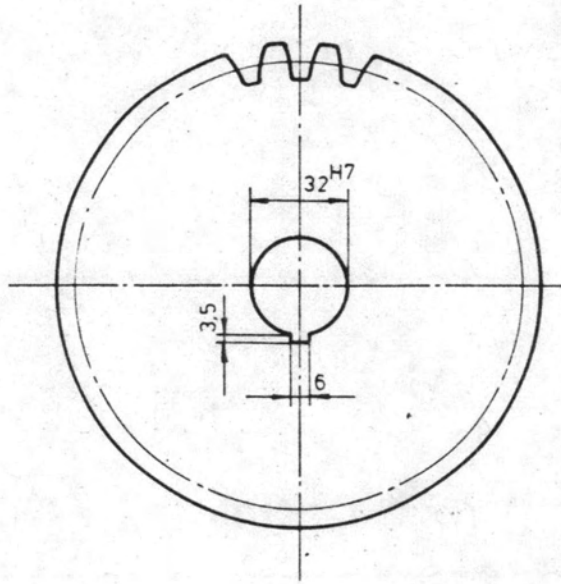
29



ขนาดที่ระบุ	ค่าที่ควรใช้
22 H7	+0.021 0,0

29	เฟือง 22 มอดูล	Z = 10 , m = 4	St. 60	-	1
ชื่อ	รายการ	ขนาด	วัสดุ	ขนาดมาตรฐาน	จำนวน
เฟือง	เฟือง 22 มอดูล	10 มอดูล			
วัสดุ					
ขนาด					
อัตราทด	3:2	เฟือง 22 มอดูล			
ชื่อ	เฟือง 22 มอดูล			DG372-29	

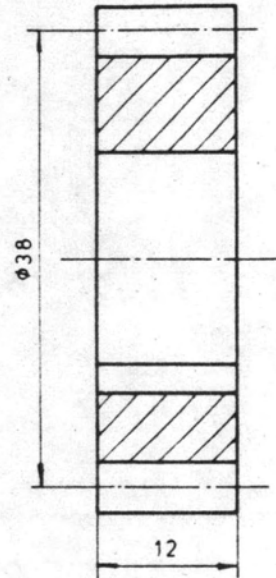
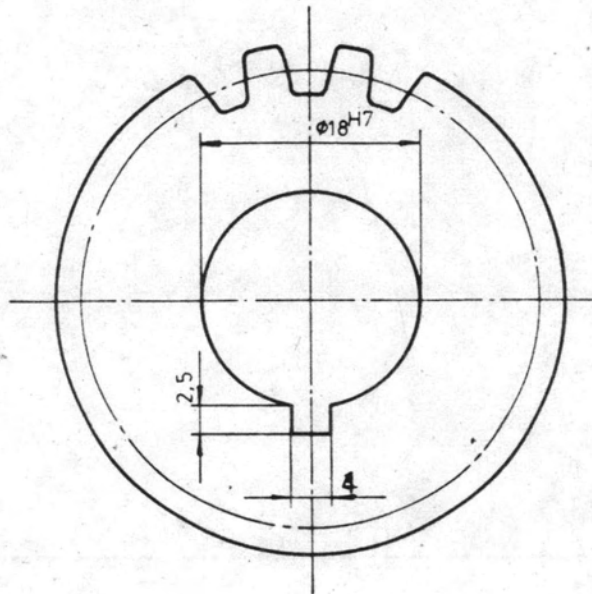
30



ขนาดที่ระบุ	ค่าความคลาดเคลื่อน
32 H7	+0.025 0.0

30	เฟืองค้ำล้อ	Z = 36, m = 4	St 60	—	1
ชื่อ	รายการ	ขนาด	วัสดุ	หมายเหตุ	จำนวน
ผู้เขียน	วิศวกร ช่างเทคนิค	13 Aug 24			
ผู้ตรวจ					
ผู้ควบคุม					
ผู้ตรวจสอบ					
ขนาด	3:8	เฟืองค้ำล้อ		ระบุในรายการ	
		เฟืองค้ำล้อ		DG 372-30	

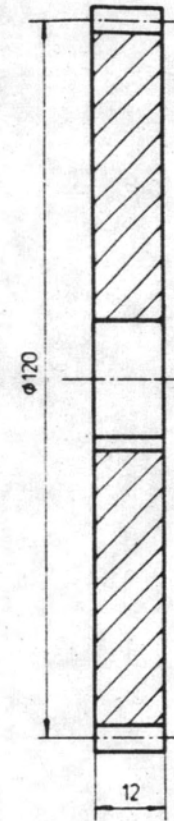
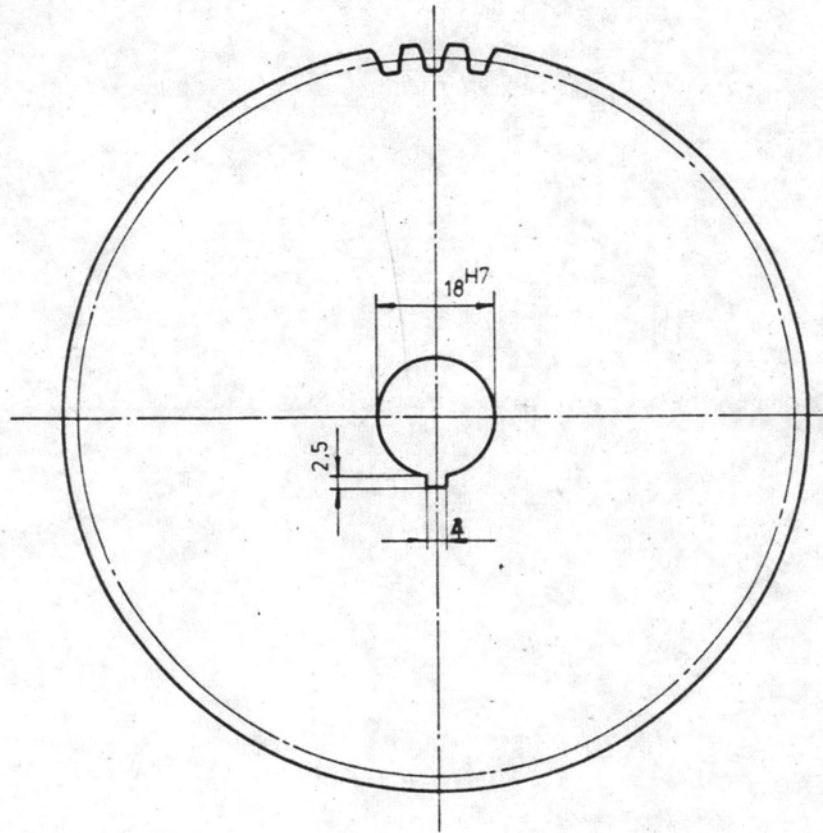
31 



ขนาดที่ระบุ	ค่าที่อนุญาต
18H7	+0,019 0,0

31	เฟืองขับ	Z = 18 , m = 2	St 60	—	2
ชื่อ	รายการ	ขนาด	วัสดุ	จำนวน	ราคา
ชื่อ	รายการ	ขนาด	วัสดุ	จำนวน	ราคา
ชื่อ	รายการ	ขนาด	วัสดุ	จำนวน	ราคา
ชื่อ	รายการ	ขนาด	วัสดุ	จำนวน	ราคา
อัตราส่วน	3:2		ชื่อช่าง	เครื่องกลโรงงาน	
			DG372-31		

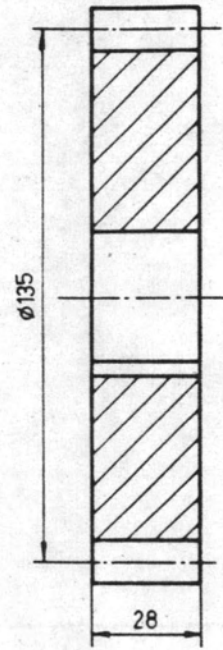
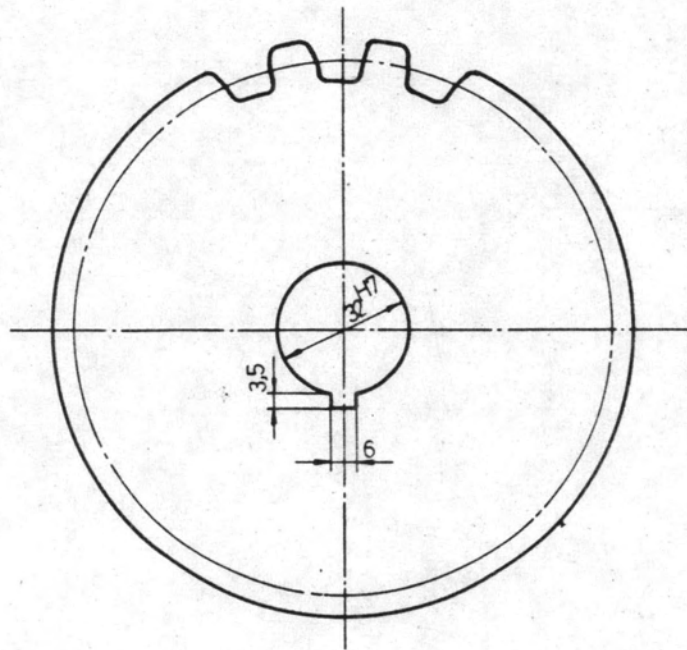
32



ขนาดภายนอก	ค่าพิสัยความเผื่อ
18 H7	+0.019 0.0

32	เกียร์ฟันรอบ	Z = 57, m = 2	St 60	—	2
วัสดุ	รายการ	ขนาด/รหัส	วัสดุ	หมายเหตุ	จำนวน
ใบเฟือง	ขนาด 18 มอดูล	16 30 24			
โครง					
ปลอกหุ้ม					
ปลอกหุ้ม					
อัตราส่วน	อัตราส่วน	หมายเหตุ			
3:4	เครื่องทดลยบความเร็วกำลังของวัสดุ	ขนาดฟันรอบ		DG372-32	

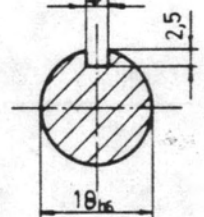
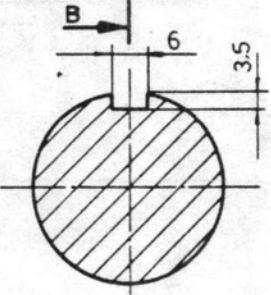
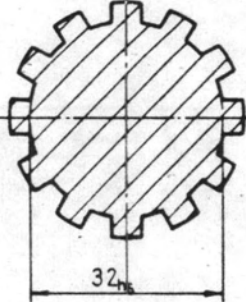
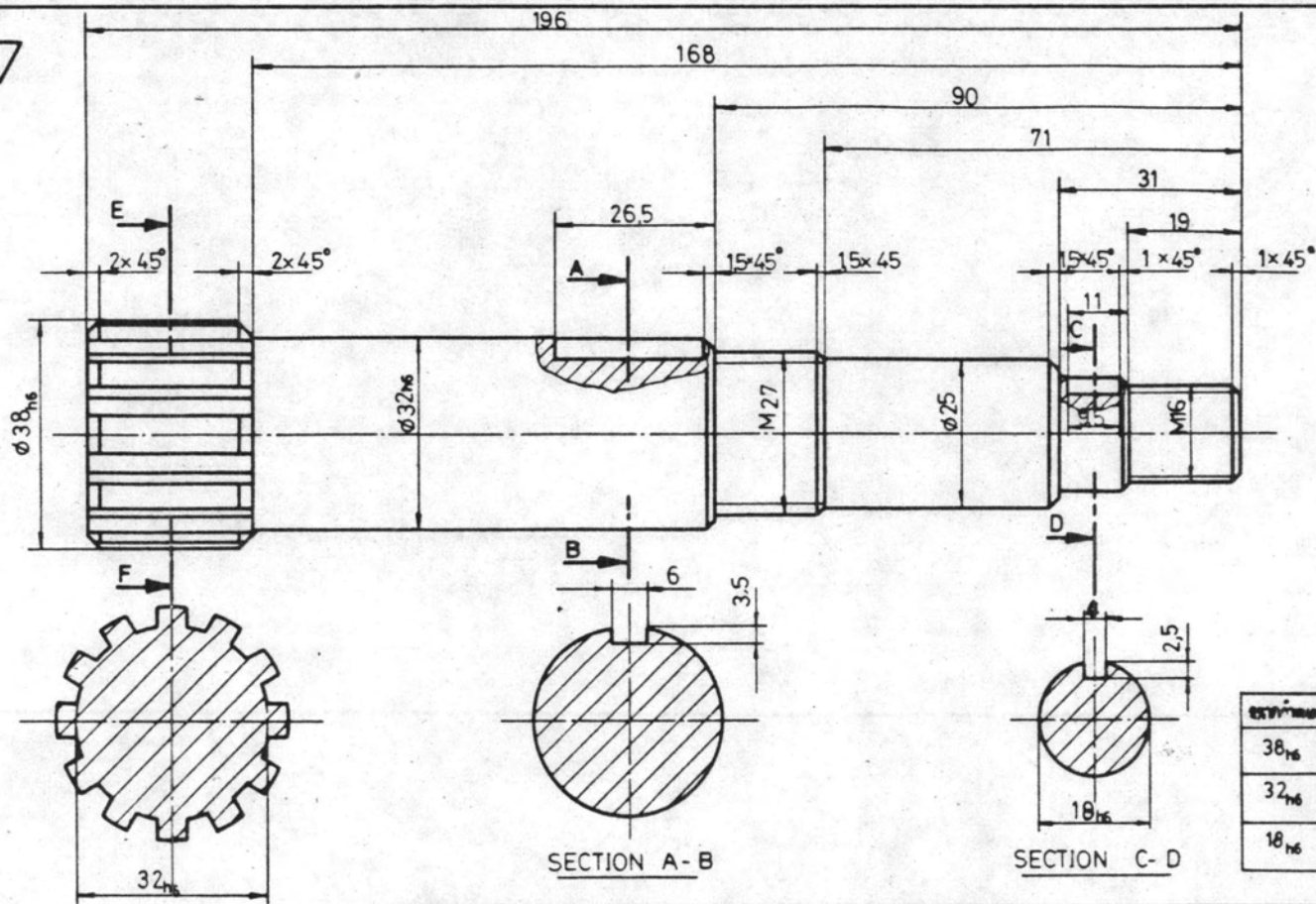
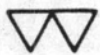
33 



ขนาด/ความ	ความละเอียด
32H7	+0.025 0.00

33	เฟืองสะพาน	Ø145 x 30	St. 60	—	1
ชื่อ	รายการ	ราคาวัสดุ	ตั้ง	ราคาประกอบ	รวม
ชื่อ	ชราวุฒิ ทองนพคุณ	13 มีค 24			
ชื่อ					
ชื่อ					
ชื่อ					
ขนาด	ชื่อ				
1:2	เครื่องทดสอบความคล้าของวัสดุ			DG 372-33	

34



ขนาดที่ระบุ	ค่าความเผื่อ
38 _{h6}	0.0 -0.016
32 _{h6}	0.0 -0.016
18 _{h6}	0.0 -0.013

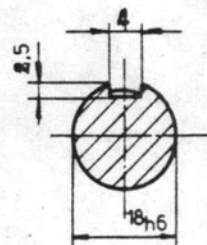
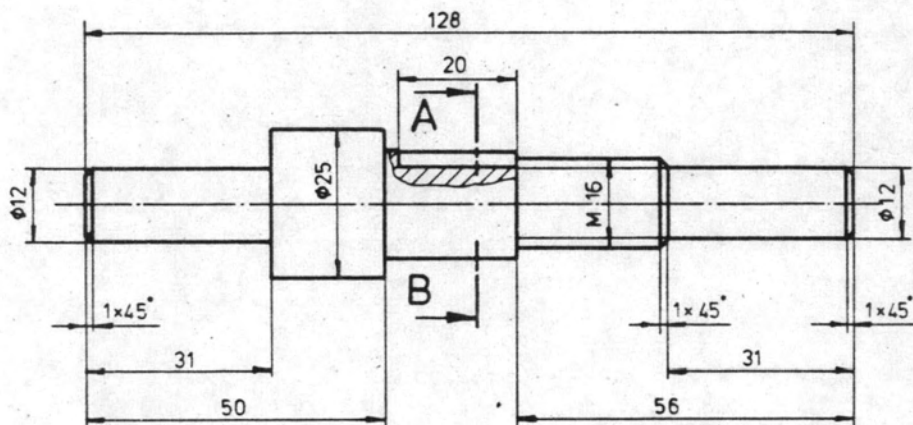
SECTION E - F

SECTION A - B

SECTION C - D

34	เพลาหัวข้อ	Ø 40 x 200	St 60	—	1
ชื่อ	ประเภท	ขนาด	วัสดุ	ข้อกำหนด	จำนวน
ผู้เขียน	ผู้ตรวจ	13 Oct. 24			
ผู้ตรวจ					
ผู้เขียน					
ผู้ตรวจ					
3:4	เครื่องกลึง	เครื่องกลึง		DG372-34	

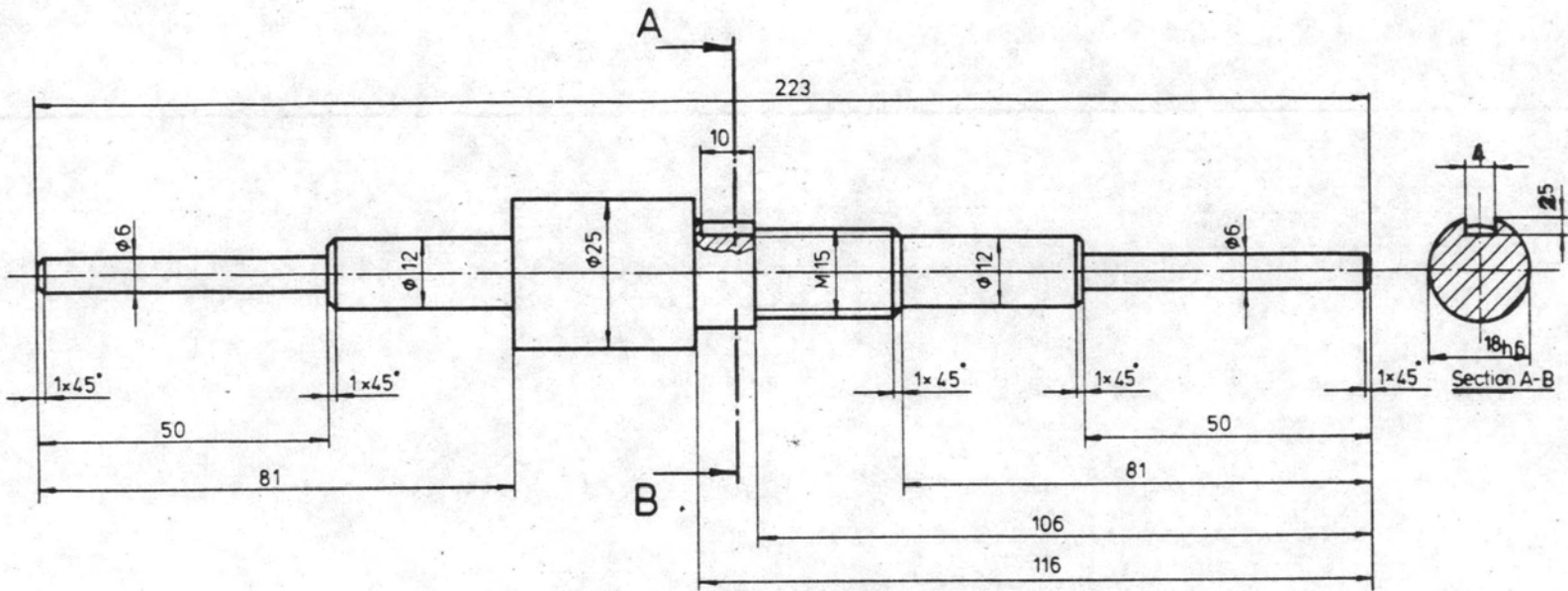
35



ขนาดที่ระบุ	ค่าความคลาดเคลื่อน
18 _{h6}	0,0 -0,013

35	ขนาดหน้าแปลน	Φ 25 × 130	St 60	1
วัสดุ	กรรมวิธี	ขนาดลำ	วัสดุ	ขนาดลำแปลน
เหล็ก	การขึ้นรูป	5 ลำ	24	
ขนาดลำแปลน	3:4	เครื่องทาลอยความถี่ของวัสดุ		ขนาดลำแปลน DG372-35

36 W



ขนาดที่ระบุ	ค่าขีดจำกัดการยอมรับ
18_{h6}	0.0 -0.013

36	พลาสมอน	$\phi 25 \times 225$	St 60	—	1
ชื่อวัสดุ	ชื่อวัสดุ	ชื่อวัสดุ	ชื่อวัสดุ	ชื่อวัสดุ	ชื่อวัสดุ
ชื่อวัสดุ	ชื่อวัสดุ	ชื่อวัสดุ	ชื่อวัสดุ	ชื่อวัสดุ	ชื่อวัสดุ
ชื่อวัสดุ	ชื่อวัสดุ	ชื่อวัสดุ	ชื่อวัสดุ	ชื่อวัสดุ	ชื่อวัสดุ
ชื่อวัสดุ	ชื่อวัสดุ	ชื่อวัสดุ	ชื่อวัสดุ	ชื่อวัสดุ	ชื่อวัสดุ
ชื่อวัสดุ	ชื่อวัสดุ	ชื่อวัสดุ	ชื่อวัสดุ	ชื่อวัสดุ	ชื่อวัสดุ
3:4	เครื่องทดสอบตามค่าของวัสดุ	ชื่อวัสดุ			DG 372-36

ภาคผนวก ค.

อายุการใช้งานโดยประมาณของปีกเฮลิคอปเตอร์
ขณะที่เฮลิคอปเตอร์เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงสุด

ข้อมูล

$$V = 80 \text{ Km/hr.} = 72.9 \text{ ft./sec.}$$

$$i = 5 \text{ deg.}$$

$$\beta = 2.5 \text{ deg.} = 0.043633 \text{ rad.}$$

$$\alpha = 6 \text{ deg.}$$

$$c = 276 \text{ m.m.} = 0.9055 \text{ ft.}$$

$$\Omega = 2\pi N/60 = 2\pi(300)/60 = 31.416 \text{ rad./sec.}$$

$$\rho = 0.00233 \text{ slug/ft.}^3$$

จากกราฟรูป ก-7⁽¹⁴⁾ ที่ $\alpha = 6^\circ$ สำหรับหน้าตัดปีกแบบ NACA 0015 จะให้ $C_l = 0.6$

การคำนวณ

จากสมการ (7)

$$U_T \Omega R = \Omega r + V \cos i \sin \psi$$

$$U_T^2 = [\Omega^2 r^2 + 2\Omega r V \cos i \sin \psi + (V \cos i \sin \psi)^2] / \Omega^2 R^2$$

แทนค่า U_T^2 ลงในสมการ (5)

$$dT = dF_l = (1/2) c \rho C_l [\Omega^2 r^2 + 2\Omega r V \cos i \sin \psi + (V \cos i \sin \psi)^2] dr$$

$$F_l = (1/2) c \rho C_l \int_{r_i}^{r_i + L/n} [\Omega^2 r^2 + 2\Omega r V \cos i \sin \psi + (V \cos i \sin \psi)^2] dr$$

$$= (1/2) c \rho C_l \left[(\Omega^2/3) \{ (r_i + L/n)^3 - r_i^3 \} + \Omega V \cos i \sin \psi \right.$$

$$\left. \{ (r_i + L/n)^2 - r_i^2 \} + (L/n) (V \cos i \sin \psi)^2 \right]$$

$$F_l = (1/2)(0.9055)(0.00233)(0.6) \left[\frac{(31.416)^2}{73} \{(r_i + 1)^3 - r_i^3\} \right. \\ \left. + 31.416(72.9) \cos 5^\circ \sin \psi \{(r_i + 1)^2 - r_i^2\} + (72.9 \cos 5^\circ \sin \psi)^2 \right] \\ F_l = 0.20823 [(r_i + 1)^3 - r_i^3] + 1.380767 [(r_i + 1)^2 - r_i^2] \sin \psi \\ + 3.338 (\sin \psi)^2 \quad (ค-1)$$

จากสมการ (ค-1) จะเห็นว่าแรงยก F_l สูงสุดที่ $\psi = 90^\circ$ และต่ำสุดที่ $\psi = 270^\circ$ ซึ่งจะได้แรงยกของปีกแต่ละปล้องดังแสดงในตาราง ค-1 ส่วนแรงหนีศูนย์กลางยังคงมีค่าเหมือนเดิม (ดูตารางที่ 3)

ตาราง ค-1 แสดงค่าของแรงยกที่ $\psi = 90^\circ$ กับ $\psi = 270^\circ$ และแรงหนีศูนย์กลางของปีกแต่ละปล้อง

ปล้องที่ (i)	r_i (ft)	F_{li} (lbs) $\psi = 90^\circ$	F_{li} (lbs) $\psi = 270^\circ$	F_{ci} (lbs)
1	13.13	157.07	81.79	1462.26
2	12.13	137.55	68.53	1354.98
3	11.13	120.00	55.76	1247.67
4	10.13	103.33	44.62	1140.41
5	9.13	87.91	34.73	1033.13
6	8.13	73.74	26.08	925.85
7	7.13	60.83	18.68	818.57
8	6.13	49.15	12.53	711.28
9	5.13	38.74	7.64	604.00
10	4.13	29.56	4.00	496.72
11	3.13	21.64	1.59	389.43
12	2.13	14.88	0.53	282.15

ก. การหาค่าโมเมนต์ค้ำและแรงดึงในแนวแกนที่ $\psi = 90^\circ$ การหาค่าเหล่านี้ จะใช้สมการที่แสดงในบทที่ 4. ซึ่งจะเห็นว่าค่าคงที่ที่เปลี่ยนแปลงไปจากบทที่ 4. คือค่า B_i , E_i และ J_i ส่วนค่าอื่นยังคงเหมือนเดิม แทนค่าต่าง ๆ ลงในสมการค่าคงที่

$B_1 = 157.07$	$E_1 = 78.53$	$J_1 = 153.57$
$B_2 = 922.90$	$E_2 = 304.38$	$J_2 = 287.62$
$B_3 = 2221.38$	$E_3 = 659.00$	$J_3 = 404.02$
$B_4 = 3983.19$	$E_4 = 1125.28$	$J_4 = 503.95$
$B_5 = 6142.90$	$E_5 = 1687.19$	$J_5 = 588.36$
$B_6 = 8640.08$	$E_6 = 2329.92$	$J_6 = 658.60$
$B_7 = 11419.31$	$E_7 = 3039.52$	$J_7 = 715.93$
$B_8 = 14430.18$	$E_8 = 3804.94$	$J_8 = 761.58$
$B_9 = 17627.24$	$E_9 = 4613.89$	$J_9 = 796.82$
$B_{10} = 20970.08$	$E_{10} = 5455.98$	$J_{10} = 822.88$
$B_{11} = 24423.24$	$E_{11} = 6325.69$	$J_{11} = 841.02$
$B_{12} = 27956.20$	$E_{12} = 7212.65$	$J_{12} = 852.40$

แทนค่าต่าง ๆ ลงในสมการ (37) ถึง (50) จะได้

$$\theta_1 = 4.938541 \times 10^{-4} - 4.702371 \times 10^{-3} \left(\sum_{i=2}^n \theta_i + 0.043633 \right) \quad (\text{ก}-2)$$

$$\theta_1 = 0.308392 - 108.79\theta_2 - 2.96 \left(\sum_{i=3}^n \theta_i + 0.043633 \right) \quad (\text{ก}-3)$$

$$\theta_1 = 0.741619 - 3.93\theta_2 - 113.10\theta_3 - 7.24 \left(\sum_{i=4}^n \theta_i + 0.043633 \right) \quad (\text{ก}-4)$$

$$\theta_1 = 1.328488 - 3.93\theta_2 - 8.63\theta_3 - 119.02\theta_4 - 13.20 \left(\sum_{i=5}^n \theta_i + 0.043633 \right) \quad (\text{ก}-5)$$

$$\theta_1 = 2.046626 - 3.93\theta_2 - 8.63\theta_3 - 14.97\theta_4 - 126.50\theta_5 - 20.66 \left(\sum_{i=6}^n \theta_i + 0.043633 \right) \quad (\text{ก}-6)$$

$$\theta_1 = 2.875371 - 3.93\theta_2 - 8.63\theta_3 - 14.97\theta_4 - 22.80\theta_5 - 135.34\theta_6 - 29.52 \left(\sum_{i=7}^n \theta_i + 0.043633 \right) \quad (\text{ก}-7)$$

$$\theta_1 = 3.795771 - 3.93\theta_2 - 8.63\theta_3 - 14.97\theta_4 - 22.80\theta_5 - 31.96\theta_6 - 144.80\theta_7 - 38.96\left(\sum_{i=8}^n \theta_i + 0.043633\right) \quad (\text{n-8})$$

$$\theta_1 = 4.790591 - 3.93\theta_2 - 8.63\theta_3 - 14.97\theta_4 - 22.80\theta_5 - 31.96\theta_6 - 42.32\theta_7 - 155.37\theta_8 - 49.54\left(\sum_{i=9}^n \theta_i + 0.043633\right) \quad (\text{n-9})$$

$$\theta_1 = 5.844289 - 3.93\theta_2 - 8.63\theta_3 - 14.97\theta_4 - 22.80\theta_5 - 31.96\theta_6 - 42.32\theta_7 - 53.73\theta_8 - 168.20\theta_9 - 62.37\left(\sum_{i=10}^n \theta_i + 0.043633\right) \quad (\text{n-10})$$

$$\theta_1 = 6.943047 - 3.93\theta_2 - 8.63\theta_3 - 14.97\theta_4 - 22.80\theta_5 - 31.96\theta_6 - 42.32\theta_7 - 53.73\theta_8 - 65.62\theta_9 - 181.16\theta_{10} - 75.33(\theta_{11} + \theta_{12} + 0.043633) \quad (\text{n-11})$$

$$\theta_1 = 8.074740 - 3.93\theta_2 - 8.63\theta_3 - 14.97\theta_4 - 22.80\theta_5 - 31.96\theta_6 - 42.32\theta_7 - 53.73\theta_8 - 65.62\theta_9 - 79.10\theta_{10} - 194.76\theta_{11} - 88.93(\theta_{12} + 0.043633) \quad (\text{n-12})$$

$$\theta_1 = 9.228933 - 3.93\theta_2 - 8.63\theta_3 - 14.97\theta_4 - 22.80\theta_5 - 31.96\theta_6 - 42.32\theta_7 - 53.73\theta_8 - 65.62\theta_9 - 79.10\theta_{10} - 90.32\theta_{11} - 208.86\theta_{12} - 103.03(0.043633) \quad (\text{n-13})$$

$$(\text{n-2}) - (\text{n-3})$$

$$0.307898 - 108.79\theta_2 - 2.96\left(\sum_{i=3}^n \theta_i + 0.043633\right) = 0 \quad (\text{n-14})$$

$$(\text{n-3}) - (\text{n-4})$$

$$0.433226 + 104.87\theta_2 - 110.11\theta_3 - 4.28\left(\sum_{i=4}^n \theta_i + 0.043633\right) = 0 \quad (\text{n-15})$$

$$(\text{n-4}) - (\text{n-5})$$

$$0.586869 + 104.44\theta_3 - 111.78\theta_4 - 5.95\left(\sum_{i=5}^n \theta_i + 0.043633\right) = 0 \quad (\text{n-16})$$

$$(\text{n-5}) - (\text{n-6})$$

$$0.718138 + 104.05\theta_4 - 113.30\theta_5 - 7.47\left(\sum_{i=6}^n \theta_i + 0.043633\right) = 0 \quad (\text{n-17})$$

$$(\text{n-6}) - (\text{n-7})$$

$$0.828745 + 103.69\theta_5 - 114.68\theta_6 - 8.85\left(\sum_{i=7}^n \theta_i + 0.043633\right) = 0 \quad (\text{n-18})$$

$$(ค-7) - (ค-8)$$

$$0.9204 + 103.38 \theta_6 - 115.28 \theta_7 - 9.45 \left(\sum_{i=8}^n \theta_i + 0.043633 \right) = 0 \quad (ค-19)$$

$$(ค-8) - (ค-9)$$

$$0.99482 + 102.47 \theta_7 - 116.41 \theta_8 - 10.58 \left(\sum_{i=9}^n \theta_i + 0.043633 \right) = 0 \quad (ค-20)$$

$$(ค-9) - (ค-10)$$

$$1.053698 + 101.64 \theta_8 - 118.65 \theta_9 - 12.82 \left(\sum_{i=10}^n \theta_i + 0.043633 \right) = 0 \quad (ค-21)$$

$$(ค-10) - (ค-11)$$

$$1.100157 + 102.58 \theta_9 - 118.79 \theta_{10} - 12.96 \left(\sum_{i=11}^n \theta_i + 0.043633 \right) = 0 \quad (ค-22)$$

$$(ค-11) - (ค-12)$$

$$1.131693 + 102.07 \theta_{10} - 119.43 \theta_{11} - 13.60 (\theta_{12} + 0.043633) = 0 \quad (ค-23)$$

$$(ค-12) - (ค-13)$$

$$1.154193 + 104.44 \theta_{11} - 119.93 \theta_{12} - 14.10 (0.043633) = 0$$

$$\theta_{11} = 1.148286 \theta_{12} - 5.160719 \times 10^{-3} \quad (ค-24)$$

แทนค่าในสมการ (ค-23)

$$\theta_{10} = 1.476934 \theta_{12} - 0.011311 \quad (ค-25)$$

แทนค่าในสมการ (ค-22)

$$\theta_9 = 1.981820 \theta_{12} - 0.018693 \quad (ค-26)$$

แทนค่าในสมการ (ค-21)

$$\theta_8 = 2.770902 \theta_{12} - 0.028761 \quad (ค-27)$$

แทนค่าในสมการ (ค-20)

$$\theta_7 = 3.727026 \theta_{12} - 0.041509 \quad (ค-28)$$

แทนค่าในสมการ (ค-19)

$$\theta_6 = 4.921306 \theta_{12} - 0.057042 \quad (ค-29)$$

แทนค่าในสมการ (ค-18)

$$\theta_5 = 6.475531 \theta_{12} - 0.076349 \quad (ค-30)$$

แทนค่าในสมการ (ค-17)

$$\theta_4 = 8.274206\theta_{12} - 0.098575 \quad (\text{ค-31})$$

แทนค่าในสมการ (ค-16)

$$\theta_3 = 10.194554\theta_{12} - 0.122241 \quad (\text{ค-32})$$

แทนค่าในสมการ (ค-15)

$$\theta_2 = 12.014798\theta_{12} - 0.144473 \quad (\text{ค-33})$$

แทนค่าในสมการ (ค-14)

$$\theta_{12} = 0.01205642 \text{ rad.}$$

แทนค่า θ_{12} ลงในสมการ (ค-24) ถึง (ค-33) จะได้

$$\theta_{11} = 8.6834992 \times 10^{-3} \text{ rad.}$$

$$\theta_{10} = 6.49554 \times 10^{-3} \text{ rad.}$$

$$\theta_9 = 5.20 \times 10^{-3} \text{ rad.}$$

$$\theta_8 = 4.6462 \times 10^{-3} \text{ rad.}$$

$$\theta_7 = 3.4256 \times 10^{-3} \text{ rad.}$$

$$\theta_6 = 2.2913 \times 10^{-3} \text{ rad.}$$

$$\theta_5 = 1.7227 \times 10^{-3} \text{ rad.}$$

$$\theta_4 = 1.1823 \times 10^{-3} \text{ rad.}$$

$$\theta_3 = 6.6882 \times 10^{-4} \text{ rad.}$$

$$\theta_2 = 3.8245 \times 10^{-4} \text{ rad.}$$

แทนค่า θ_2 ถึง θ_{12} ลงในสมการ (ค-2) จะได้

$$\theta_1 = 6.8814 \times 10^{-5} \text{ rad.}$$

แทนค่าต่าง ๆ ลงในสมการ (51) ถึง (62) จะได้ค่าโมเมนต์คัตของปีกแต่ละปล้องดังนี้

$$M_1 = 78.53 - 42(12)/2(12)^2 - 731.13 \left(\sum_{i=1}^x \theta_i + 0.043633 \right) = 11 \text{ ft.-lb.}$$

$$\begin{aligned} M_2 &= 304.38 - 2(42)(12)/(12)^2 - 731.13(6.8814 \times 10^{-5}) - 2870.88 \left(\sum_{i=2}^x \theta_i + 0.043633 \right) \\ &= 38 \text{ ft.-lb.} \end{aligned}$$

$$M_3 = 659 - 9(42)(12)/2(12)^2 - 0.05 - 2870.88(3.8245 \times 10^{-4}) \\ - 6311.96(\sum_{i=3}^n \theta_i + 0.043633) = 74 \text{ ft.-lb.}$$

$$M_4 = 1125.28 - 8(42)(12)/(12)^2 - 0.05 - 1.1 - 6311.96(6.6882 \times 10^{-4}) \\ - 10947.1(\sum_{i=4}^n \theta_i + 0.043633) = 114 \text{ ft.-lb.}$$

$$M_5 = 1687.19 - 25(42)(12)/2(12)^2 - 0.05 - 1.1 - 4.2 - 10947.1(1.1823 \times 10^{-3}) \\ + 16669(\sum_{i=5}^n \theta_i + 0.043633) = 156 \text{ ft.-lb.}$$

$$M_6 = 2329.9 - 18(42)(12)/(12)^2 - 0.05 - 1.1 - 4.2 - 13 - 16669(1.7227 \times 10^{-3}) \\ - 23370.4(\sum_{i=6}^n \theta_i + 0.043633) = 200 \text{ ft.-lb.}$$

$$M_7 = 3039.52 - 49(42)(12)/2(12)^2 - 0.05 - 1.1 - 4.2 - 13 - 29 \\ - 23370.4(2.2913 \times 10^{-3}) - 30944(\sum_{i=7}^n \theta_i + 0.043633) = 250 \text{ ft.-lb.}$$

$$M_8 = 3804.94 - 32(42)(12)/(12)^2 - 0.05 - 1.1 - 4.2 - 13 - 29 - 53.5 \\ - 30944(3.4256 \times 10^{-3}) - 39282.53(\sum_{i=8}^n \theta_i + 0.043633) = 316 \text{ ft.-lb.}$$

$$M_9 = 4613.89 - 81(42)(12)/2(12)^2 - 0.05 - 1.1 - 4.2 - 13 - 29 - 53.5 - 106 \\ - 39282.53(4.6462 \times 10^{-3}) - 48278.7(\sum_{i=9}^n \theta_i + 0.043633) = 411 \text{ ft.-lb.}$$

$$M_{10} = 5455.99 - 50(42)(12)/(12)^2 - 0.05 - 1.1 - 4.2 - 13 - 29 - 53.5 - 106 - 182.5 \\ - 48278.7(5.20 \times 10^{-3}) - 57825.23(\sum_{i=10}^n \theta_i + 0.043633) = 543 \text{ ft.-lb.}$$

$$M_{11} = 6325.69 - 121(42)(12)/2(12)^2 - 0.05 - 1.1 - 4.2 - 13 - 29 - 53.5 - 106 \\ - 182.5 - 251 - 57825.23(6.49554 \times 10^{-3}) - 67814.84(\sum_{i=11}^n \theta_i + 0.043633) \\ = 733 \text{ ft.-lb.}$$

$$M_{12} = 7212.65 - 72(42)(12)/(12)^2 - 0.05 - 1.1 - 4.2 - 13 - 29 - 53.5 - 106 \\ - 182.5 - 375.6 - 67814.84(8.6834992 \times 10^{-3}) \\ - 78140.23(\theta_{12} + 0.043633) = 1005 \text{ ft.-lb.}$$

แทนค่าต่าง ๆ ลงในสมการ (63) ถึง (74) จะได้อาแรงดึงในแนวแกนของปีกแต่ละปล้องดังนี้

$$N_1 = 1462.26 + 153.57(\sum_{i=2}^n \theta_i + 0.043633) = 1476 \text{ lbs.}$$

$$\begin{aligned}
 N_2 &= 2817.24 + 287.62 \left(\sum_{i=3}^n \theta_i + 0.043633 \right) = 2843 \text{ lbs.} \\
 N_3 &= 4064.93 + 404.12 \left(\sum_{i=4}^n \theta_i + 0.043633 \right) = 4101 \text{ lbs.} \\
 N_4 &= 5205.34 + 503.95 \left(\sum_{i=5}^n \theta_i + 0.043633 \right) = 5250 \text{ lbs.} \\
 N_5 &= 6238.47 + 588.36 \left(\sum_{i=6}^n \theta_i + 0.043633 \right) = 6290 \text{ lbs.} \\
 N_6 &= 7164.32 + 658.6 \left(\sum_{i=7}^n \theta_i + 0.043633 \right) = 7220 \text{ lbs.} \\
 N_7 &= 7982.89 + 715.93 \left(\sum_{i=8}^n \theta_i + 0.043633 \right) = 8041 \text{ lbs.} \\
 N_8 &= 8694.17 + 761.58 \left(\sum_{i=9}^n \theta_i + 0.043633 \right) = 8752 \text{ lbs.} \\
 N_9 &= 9298.17 + 796.82 \left(\sum_{i=10}^n \theta_i + 0.043633 \right) = 9355 \text{ lbs.} \\
 N_{10} &= 9794.89 + 822.88 \left(\sum_{i=11}^n \theta_i + 0.043633 \right) = 9848 \text{ lbs.} \\
 N_{11} &= 10184.32 + 841.02 \left(\sum_{i=12}^n \theta_i + 0.043633 \right) = 10231 \text{ lbs.} \\
 N_{12} &= 10466.47 + 852.4 (0.043633) = 10504 \text{ lbs.}
 \end{aligned}$$

แทนค่าต่าง ๆ ลงในสมการ (75) ถึง (86) จะได้อาแรงเฉือนของปีกแต่ละปล้องดังนี้

$$\begin{aligned}
 V_1 &= 153.57 - 1462.26 \left(\sum_{i=2}^n \theta_i + 0.043633 \right) = 21 \text{ lbs.} \\
 V_2 &= 287.62 - 2817.24 \left(\sum_{i=3}^n \theta_i + 0.043633 \right) = 34 \text{ lbs.} \\
 V_3 &= 404.12 - 4064.93 \left(\sum_{i=4}^n \theta_i + 0.043633 \right) = 41 \text{ lbs.} \\
 V_4 &= 503.95 - 5250.34 \left(\sum_{i=5}^n \theta_i + 0.043633 \right) = 45 \text{ lbs.} \\
 V_5 &= 588.36 - 6238.47 \left(\sum_{i=6}^n \theta_i + 0.043633 \right) = 49 \text{ lbs.} \\
 V_6 &= 658.6 - 7164.32 \left(\sum_{i=7}^n \theta_i + 0.043633 \right) = 56 \text{ lbs.} \\
 V_7 &= 715.93 - 7982.89 \left(\sum_{i=8}^n \theta_i + 0.043633 \right) = 72 \text{ lbs.} \\
 V_8 &= 761.58 - 8694.17 \left(\sum_{i=9}^n \theta_i + 0.043633 \right) = 100 \text{ lbs.} \\
 V_9 &= 796.82 - 9298.17 \left(\sum_{i=10}^n \theta_i + 0.043633 \right) = 138 \text{ lbs.} \\
 V_{10} &= 822.88 - 9794.89 \left(\sum_{i=11}^n \theta_i + 0.043633 \right) = 192 \text{ lbs.} \\
 V_{11} &= 841.02 - 10184.32 \left(\sum_{i=12}^n \theta_i + 0.043633 \right) = 274 \text{ lbs.} \\
 V_{12} &= 852.4 - 10466.47 (0.043633) = 396 \text{ lbs.}
 \end{aligned}$$

แทนค่าต่าง ๆ ลงในสมการ (87) จะได้อาการะยะโค้งของปีกแต่ละปล้องดังนี้

$$y_{12} = 0.0121 \text{ ft.} \qquad y_{11} = 0.0328 \text{ ft.}$$

$y_{10} = 0.0600$	ft.	$y_9 = 0.0924$	ft.
$y_8 = 0.1295$	ft.	$y_7 = 0.1700$	ft.
$y_6 = 0.2128$	ft.	$y_5 = 0.2573$	ft.
$y_4 = 0.3030$	ft.	$y_3 = 0.3494$	ft.
$y_2 = 0.3961$	ft.	$y_1 = 0.4429$	ft.

ค่าโมเมนต์ค้ำ, แรงดึงในแนวแกน, แรงเฉือน และระยะโก่งของปีกแต่ละปล้อง จะแสดง
ในตาราง ก-2

ตาราง ก-2 แสดงค่าโมเมนต์ค้ำ, แรงดึงในแนวแกน, แรงเฉือน
และระยะโก่งของปีกแต่ละปล้องที่ $\psi = 90^\circ$

ปล้องที่ (i)	M_i (ft.-lb)	N_i (lbs)	V_i (lbs)	y_i (ft.)
1	11	1476	21	0.4429
2	38	2843	34	0.3961
3	74	4101	41	0.3494
4	114	5250	45	0.3030
5	156	6290	49	0.2573
6	200	7220	56	0.2128
7	250	8041	72	0.1700
8	316	8752	100	0.1295
9	411	9355	138	0.0924
10	543	9848	192	0.0600
11	733	10231	274	0.0328
12	1005	10504	396	0.0121

ข. การหาค่าโมเมนต์ค้ำค้ำและแรงดึงในแนวแกนที่ $\psi = 270^\circ$

การคำนวณจะ

ทำในทำนองเดียวกับ ข้อ ก. โดยที่ค่าคงที่ B_i , E_i และ J_i มีค่าดังนี้

$B_1 = 81.79$	$B_2 = 477.48$	$B_3 = 1134.52$	$B_4 = 2003.46$
$B_5 = 3041.00$	$B_6 = 4208.79$	$B_7 = 5473.51$	$B_8 = 6806.80$
$B_9 = 8185.32$	$B_{10} = 9590.75$	$B_{11} = 11009.77$	$B_{12} = 12434.1$
$E_1 = 40.89$	$E_2 = 156.95$	$E_3 = 335.15$	$E_4 = 563.54$
$E_5 = 831.60$	$E_6 = 1130.07$	$E_7 = 1450.92$	$E_8 = 1787.38$
$E_9 = 2133.92$	$E_{10} = 2486.27$	$E_{11} = 2841.43$	$E_{12} = 3197.64$
$J_1 = 78.29$	$J_2 = 143.32$	$J_3 = 195.58$	$J_4 = 236.70$
$J_5 = 267.93$	$J_6 = 290.51$	$J_7 = 305.69$	$J_8 = 314.72$
$J_9 = 318.86$	$J_{10} = 319.36$	$J_{11} = 317.45$	$J_{12} = 314.48$

ซึ่งจะได้ค่าการเปลี่ยนแปลงของความลาดของปีกแต่ละปล้องดังนี้

$\theta_1 = 4.3638 \times 10^{-5}$	rad.
$\theta_2 = 2.3504 \times 10^{-4}$	rad.
$\theta_3 = 5.1071 \times 10^{-4}$	rad.
$\theta_4 = 7.1783 \times 10^{-4}$	rad.
$\theta_5 = 8.4378 \times 10^{-4}$	rad.
$\theta_6 = 8.5435 \times 10^{-4}$	rad.
$\theta_7 = 9.6974 \times 10^{-4}$	rad.
$\theta_8 = 9.0635 \times 10^{-4}$	rad.
$\theta_9 = 1.9811 \times 10^{-4}$	rad.
$\theta_{10} = -4.6479 \times 10^{-4}$	rad.
$\theta_{11} = -1.4032 \times 10^{-3}$	rad.
$\theta_{12} = -2.7397 \times 10^{-3}$	rad.

และค่าโมเมนต์ค้ำค้ำ, แรงดึงในแนวแกน, แรงเฉือน และระยะโก่งของปีกแต่ละปล้อง

ดังแสดงในตาราง ก-3

ตาราง ก-3 แสดงค่าโมเมนต์กัก, แรงดึงในแนวแกน, แรงเฉือน และระยะโก่งของปีกแต่ละปล้องที่ $\psi = 270^\circ$

ปล้องที่ (i)	M_i (ft.-lb)	N_i (lbs.)	V_i (lbs.)	Y_i (ft.)
1	7	1466	14	-0.0228
2	23	2424	19	-0.0235
3	41	4073	18	-0.0242
4	55	5215	14	-0.0246
5	63	6250	6	-0.0244
6	61	7176	-4	-0.0236
7	48	7995	-15	-0.0219
8	23	8707	-26	-0.0194
9	-13	9311	-44	-0.0159
10	-66	9808	-67	-0.0115
11	-142	10197	-99	-0.0069
12	-249	10480	-142	-0.0027

ค. การหาค่า M , N และ V ที่กระทำกับแต่ละชิ้นส่วนของปีก

1. การหาค่า M , N และ V ที่กระทำกับแต่ละชิ้นส่วนของปีกที่ $\psi = 90^\circ$

จากตาราง ก-2

$$N_{12}/M_{12} = 10504/1005 = 10.45$$

$$N_{12} = 10.45 M_{12}$$

(ก-34)

$$V_{12}/M_{12} = 396/1005 = 0.394$$

$$V_{12} = 0.394 M_{12}$$

(ก-35)

แทนค่า M_{12} จากตาราง ก-2 ลงในสมการ (97) จะได้

$$M_{12A} = 669 \quad \text{ft.-lb.}$$

แทนค่า M_{12A} ลงในสมการ (95 ก), (95 ข) และ (95 ค) จะได้

$$M_{12B} = 174 \quad \text{ft.-lb.}$$

$$M_{12C} = 155 \quad \text{ft.-lb.}$$

$$M_{12D} = 6 \quad \text{ft.-lb.}$$

แทนค่า M_{12A} , M_{12B} , M_{12C} และ M_{12D} ลงในสมการ (ก-34) และ (ก-35) จะได้

$$N_{12A} = 6995 \quad \text{lbs.} \quad V_{12A} = 264 \quad \text{lbs.}$$

$$N_{12B} = 1823 \quad \text{lbs.} \quad V_{12B} = 69 \quad \text{lbs.}$$

$$N_{12C} = 1617 \quad \text{lbs.} \quad V_{12C} = 61 \quad \text{lbs.}$$

$$N_{12D} = 60 \quad \text{lbs.} \quad V_{12D} = 2 \quad \text{lbs.}$$

2. การหาค่า M , N และ V ที่กระทำกับแต่ละชิ้นส่วนของปีกที่ $\psi = 270^\circ$

จากตาราง ก-3

$$N_{12}/M_{12} = 10480/(-249) = -42$$

$$N_{12} = -42M_{12}$$

(ก-36)

$$V_{12}/M_{12} = (-142)/(-249) = 0.57$$

$$V_{12} = 0.57M_{12}$$

(ก-37)

แทนค่า M_{12} จากตาราง ก-3 ลงในสมการ (97) จะได้

$$M_{12A} = -165 \quad \text{ft.-lb.}$$

แทนค่า M_{12A} ลงในสมการ (95 ก), (95 ข) และ (95 ค) จะได้

$$M_{12B} = -43 \quad \text{ft.-lb.}$$

$$M_{12C} = -39 \quad \text{ft.-lb.}$$

$$M_{12D} = -2 \quad \text{ft.-lb.}$$

แทนค่า M_{12A} , M_{12B} , M_{12C} และ M_{12D} ลงในสมการ (ก-36) และ (ก-37)

$$\begin{aligned} N_{12A} &= 6979 & \text{lbs.} & & V_{12A} &= -95 & \text{lbs.} \\ N_{12B} &= 1826 & \text{lbs.} & & V_{12B} &= -25 & \text{lbs.} \\ N_{12C} &= 1614 & \text{lbs.} & & V_{12C} &= -22 & \text{lbs.} \\ N_{12D} &= 60 & \text{lbs.} & & V_{12D} &= -1 & \text{lb} \end{aligned}$$

ง. ค่าความเค้นสลั้มและความเค้นเฉลี่ย ความเค้นคักสูงสุด

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{max. bending}} &= M_{12A} \psi=90^\circ c_{al3} / I_{al3} \\ &= 669(12)(22.5/25.4) / (360.2388 \times 10^{-3}) \\ &= 19741 \quad \text{psi.} \end{aligned}$$

ความเค้นคักต่ำสุด

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{min. bending}} &= M_{12A} \psi=270^\circ c_{al3} / I_{al3} \\ &= -165(12)(22.5/25.4) / (360.2388 \times 10^{-3}) \\ &= -4869 \quad \text{psi.} \end{aligned}$$

ความเค้นคักในแนวแกนสูงสุด

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{max. axial}} &= N_{12A} \psi=90^\circ / A_{al3} \\ &= 6995 / 0.895257 = 7813 \quad \text{psi.} \end{aligned}$$

ความเค้นคักในแนวแกนต่ำสุด

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{min. axial}} &= N_{12A} \psi=270^\circ / A_{al3} \\ &= 6979 / 0.895257 = 7796 \quad \text{psi.} \end{aligned}$$

ความเค้นคักสลั้ม

$$\begin{aligned} \sigma_{a. bending} &= [\sigma_{\text{max. bending}} - \sigma_{\text{min. bending}}] / 2 \\ &= [19741 - (-4869)] / 2 = 12305 \quad \text{psi.} \end{aligned}$$

ความเค้นคักเฉลี่ย

$$\begin{aligned} \sigma_{m. bending} &= [\sigma_{\text{max. bending}} + \sigma_{\text{min. bending}}] / 2 \\ &= [19741 + (-4869)] / 2 = 7436 \quad \text{psi.} \end{aligned}$$

ความเค้นดึงในแนวแกนสลั้บ

$$\begin{aligned}\sigma_{a.axial} &= [\sigma_{max.axial} - \sigma_{min.axial}] / 2 \\ &= [7813 - 7796] / 2 = 9 \text{ psi.}\end{aligned}$$

ความเค้นดึงในแนวแกนเฉลี่ย

$$\begin{aligned}\sigma_{m.axial} &= [\sigma_{max.axial} + \sigma_{min.axial}] / 2 \\ &= [7813 + 7796] / 2 = 7805 \text{ psi.}\end{aligned}$$

ความเค้นสลั้บ

$$\begin{aligned}\sigma_a &= \sigma_{a.bending} + \sigma_{a.axial} \\ &= 12305 + 9 = 12314 \text{ psi.}\end{aligned}$$

ความเค้นเฉลี่ย

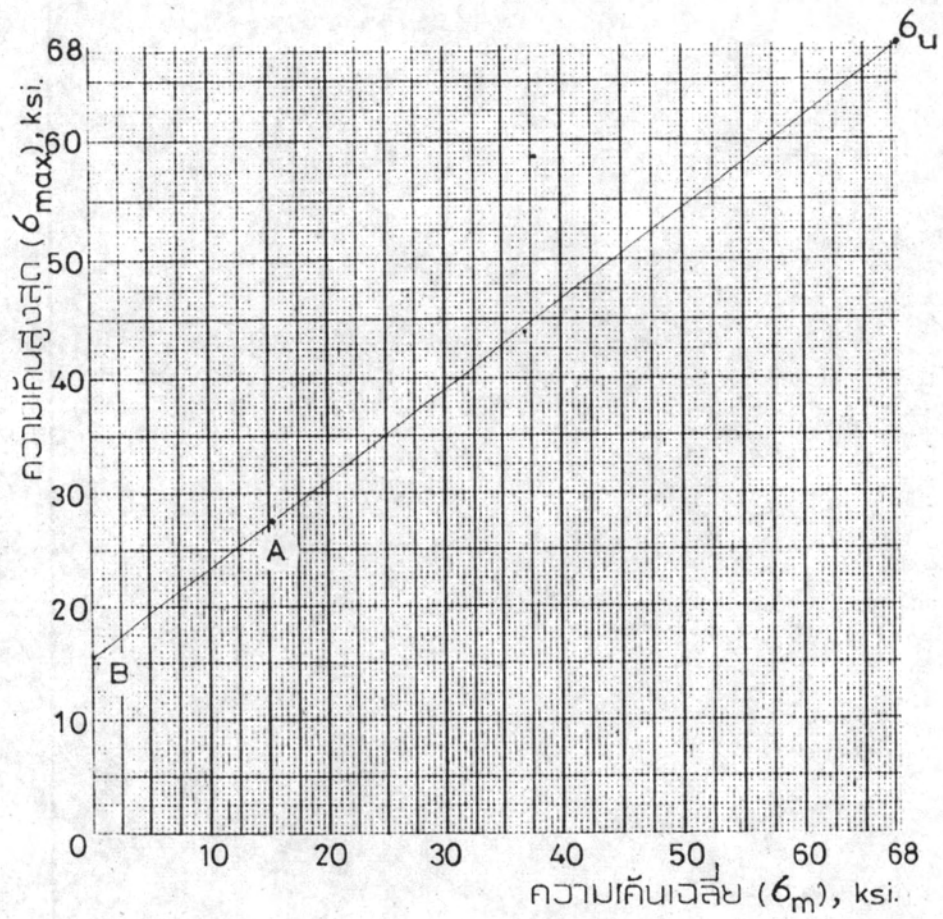
$$\begin{aligned}\sigma_m &= \sigma_{m.bending} + \sigma_{m.axial} \\ &= 7436 + 7805 = 15241 \text{ psi.}\end{aligned}$$

ความเค้นสูงสุค

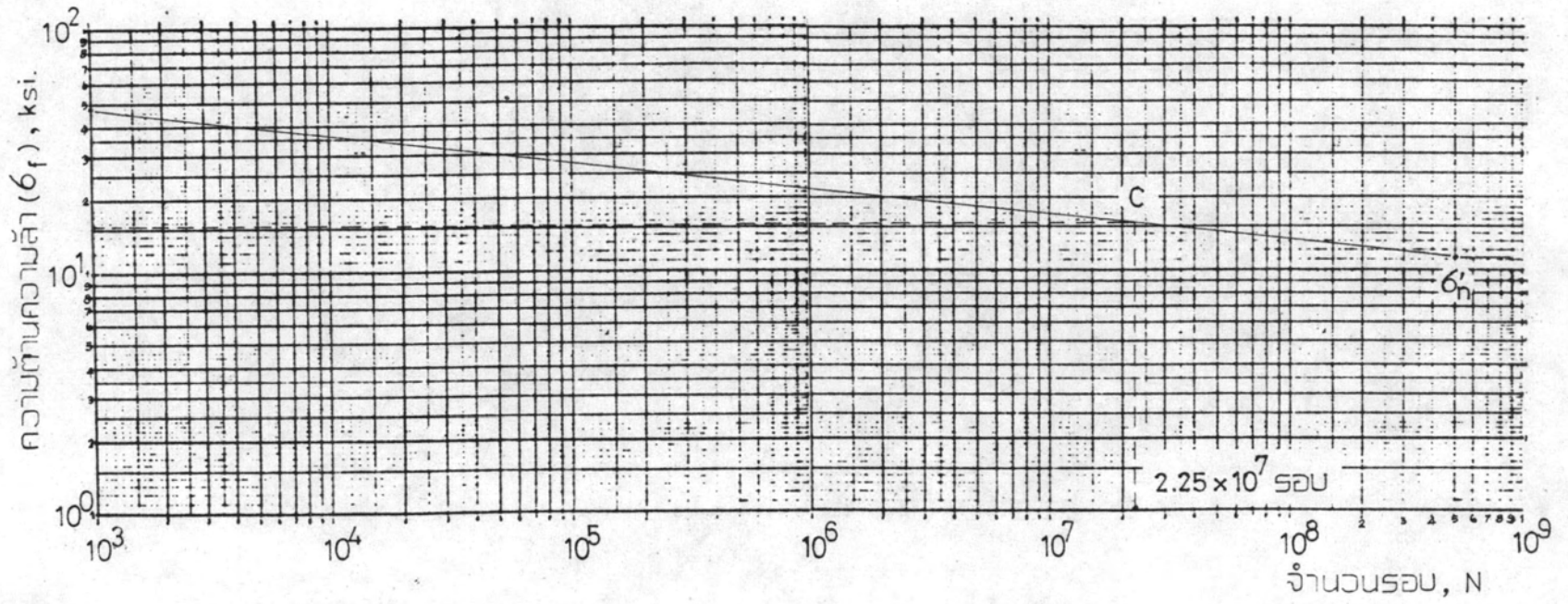
$$\begin{aligned}\sigma_{max.} &= \sigma_a + \sigma_m \\ &= 12314 + 15241 = 27555 \text{ psi.}\end{aligned}$$

จ. อายุการใ้ใช้งานโดยประมาณของบีกเฮลลลคอปเตอร จากข้อ ง. จะเห็นว่า ค่า $\sigma_{max.}$ มีค่าสูงมาก ซึ่งถ้าผิวของบีกเฮลลคอปเตอรยังใ้ใช้สคุเคิม คือ อลูมิเนียมผสม 1100-H12 อยู่ บีกเฮลลคอปเตอรจะเสลี่ยหายโดยดลึงจุดครากเลลี่ยก่อน ดลึงนั้ในการประมาณอายุการใ้ใช้งานของบีกเฮลลคอปเตอรในบทนี้ จลึงจะเปลลี่ยนวัสดุที่ใ้ทำผิวของบีกเฮลลคอปเตอรเป็นอลูมิเนียมผสม 2024-T4 ซึ่งม่ค่าความคานแรงดลึงเทากลึง 68 ksi. และชลึงจกั้ความล้าเทากลึง 20 ksi.

บีกเฮลลคอปเตอรใ้รับทลึงความเค้นดลึงอย่างกลลึงไปกลลึงมาและความเค้นเฉลี่ยพรอ้มกัน ซึ่งในการประมาณอายุการใ้ใช้งานของบีกเฮลลคอปเตอรจะตอ้งเปลลี่ยความเค้นทลึงสองใ้เป็นความเค้นสลั้บกลลึงไปกลลึงมาเพียงอย่างเคลี่ย โดยนาค่า σ_m กลึง $\sigma_{max.}$ ในข้อ ง. พลอ้ดลลงในกราฟรูป ค-1 ซึ่งจะใ้จุด A แล้วดลากเส้นตรงจากจุดความล้า



รูป ค-1 แสดงการพล็อตไดอะแกรมความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นสูงสุด
กับความเค้นเฉลี่ย



รูป ก-2. กราฟแสดงการหาอายุการใช้งานของปีกเฮลิคอปเตอร์โดยประมาณ

แรงดึงของอคูมิเนี่ยมแผ่น ผ่านจุด A ตัดกับแกนตั้ง ซึ่งเป็นค่าความเค้นสูงสุดที่จุด B และเป็นค่าความเค้นตัดอย่างกลัดไปกลัดมาเพียงอย่างเดียว โดยมีความเค้นเฉลี่ยเป็นศูนย์ ความเค้นสลัที่จุด B อ่านได้เท่ากับ 15.5 ksi

การสร้าง S-N Curve โดยประมาณของปีกเฮลิคอปเตอร์ที่มีผิวเป็นอคูมิเนี่ยม ผสม 2024-T4 จะทำได้ในทำนองเดียวกับแสดงในบทที่ 5 โดยที่ 10^3 รอบ

$$S_f = 0.7 S_u = 0.7(68) = 47.6 \text{ ksi.}$$

และที่ 5×10^8 รอบ

$$\begin{aligned} S'_n &= k_a k_b k_c k_d S_n \\ &= (1)(0.85)(1)(0.65445)(20) \\ &= 11.125 \text{ ksi.} \end{aligned}$$

S-N Curve โดยประมาณของปีกเฮลิคอปเตอร์ทั้งแสดงในรูป ค-2

นำค่าความเค้นสลัที่จุด B คือ 15.5 ksi. ไปพล็อตลงใน S-N Curve โดยประมาณของปีกเฮลิคอปเตอร์ ซึ่งจะได้จุด C ดังแสดงในรูป ค-2 และอ่านจำนวนรอบที่ทำให้ปีกเฮลิคอปเตอร์เสียหายได้ 2.25×10^7 รอบ ดังนั้นอายุการใช้งานของปีกเฮลิคอปเตอร์โดยประมาณคิดเป็นชั่วโมง จึงหาได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{อายุการใช้งานโดยประมาณของปีกเฮลิคอปเตอร์} &= 2.25 \times 10^7 / (300)(60) \\ &= 1250 \text{ ชั่วโมง} \end{aligned}$$



ประวัติผู้เขียน

นายสงคราม ทองนพคุณ เกิดเมื่อวันที่ 7 ตุลาคม พ.ศ. 2497 ที่อำเภอ
พานทอง จังหวัดชลบุรี จบการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล
จากวิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา ในปีการศึกษา 2520