

รายงานผลงานเรื่องเต็มกิจกรรมที่สิ้นสุด

1. ชื่อแผนงานวิจัย : 6.วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีและเครื่องจักรกลสำหรับอ้อย

2. โครงการวิจัย : 17.วิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรสำหรับเตรียมดินและสับ
ใบเศษซากอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดกลาง
กิจกรรม : วิจัยและพัฒนาเครื่องสับใบและเศษซากอ้อยสำหรับรถ
แทรกเตอร์ ขนาดกลาง
กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) : -

3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : วิจัยและพัฒนาเครื่องสับใบและเศษซากอ้อยสำหรับรถ
แทรกเตอร์ ขนาดกลาง
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Design and Development of Sugarcane Trash and
Dry Leaves cutter for Middle Tractor
คณะผู้ดำเนินงาน
หัวหน้าการทดลอง : นายสุภาชิต เสี่ยมพงศ์ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรม
วิชาการเกษตร
ผู้ร่วมงาน : นายยุทธนา เครือหาญชาญพงศ์
นายอานนทน์ สายคำฟู
นายพงษ์ศักดิ์ ต่ายก้อนทอง
นายอัคคพล เสนาณรงค์
นางสาวชนิษฐ์ หว่านณรงค์

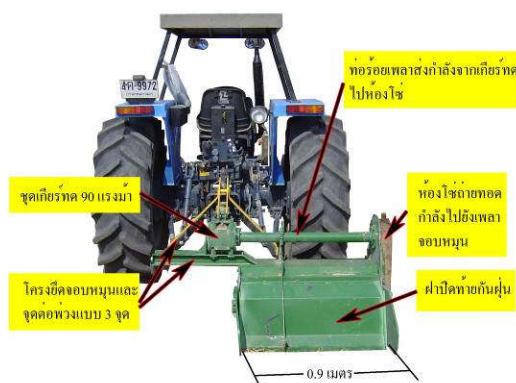
4. บทคัดย่อ : จากปัญหาในการเกิดไฟไหม้ใบอ้อยที่เกษตรกรปล่อยให้แปลง
อันเนื่องจากอุบัติเหตุหรือเหตุใดๆ ที่เจ้าของแปลงอ้อยไม่ได้ตั้งใจทำ ทำให้ไฟไหม้ต่ออ้อยและต่ออ้อย
ได้รับความเสียหาย ซึ่งในปี 2545 สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมได้ออกแบบจอบหมุนสับใบอ้อย
สำหรับพ่วงต่อกับแทรกเตอร์ขนาด 80 แรงม้า แต่เนื่องจากเกษตรกรหลายรายไม่มีรถแทรกเตอร์
ขนาด 80 แรงม้า และคาดว่าถ้าออกแบบจอบหมุนสับใบอ้อยสำหรับแทรกเตอร์ขนาดต่ำกว่า 80
แรงม้าอาจจะไม่คุ้มไม่เพียงพอ จึงได้ออกแบบเครื่องสับใบอ้อยซึ่งจะทำการสับใบอย่างเดียวโดยไม่
กลบสำหรับพ่วงต่อกับแทรกเตอร์ขนาดต่ำกว่า 80 แรงม้า หลังจากนั้นจึงใช้จอบหมุนสับใบอ้อยที่

ออกแบบสำหรับแทรกเตอร์ขนาดต่ำกว่า 80 แรงม้าลงมาเช่นกันเข้าทำงานซ้ำอีกครั้งเพื่อสับกลบใบอ้อย หรือจะปล่อยใบอ้อยที่ถูกสับใบแล้วทิ้งคลุมแปลงไว้โดยไม่กลบสำหรับเกษตรกรที่ต้องการใบคลุมแปลงแต่ต้องการใบขนาดสั้น เพื่อให้สามารถใช้เครื่องหยอดปุ๋ยได้ง่าย การออกแบบเครื่องสับใบอ้อยนี้ได้ออกแบบให้พ่วงต่อรถแทรกเตอร์แบบพ่วงต่อแบบ 3 จุด ชุดหัวเกียร์อัตราทด 1.46:1 ถ่ายทอดกำลังจากเพลลาถ่ายทอดกำลังรถแทรกเตอร์ ส่งกำลังผ่านเฟืองโซ่ไปหมุนเพลลาใบมีด 2 ชุดบนล่าง หมุนสวนทางกันโดยเพลลาใบมีดล่างหมุนด้วยความเร็วประมาณ 500 รอบ/นาที เพลลาใบมีดบนหมุนด้วยความเร็วประมาณ 850 รอบ/นาที ใบมีดชุดล่างประกอบด้วยใบมีด 4 ชุด ชุดละ 13 ฟัน ใบมีดชุดบนประกอบด้วยจาน 14 จาน แต่ละจานติดใบมีดสามเหลี่ยมจำนวน 4 ใบ หน้ากว้างในการทำงาน 0.625 เมตร ผลการทำงานที่จังหวัดกาญจนบุรีเมื่อใช้แทรกเตอร์ 24 แรงม้า ความยาวใบอ้อยก่อนทำงานมีค่าเฉลี่ย 1.13 เมตร หลังการใช้เครื่องสับใบอ้อยแล้วความยาวใบอ้อยเฉลี่ย 0.24 เมตร ความสามารถในการทำงาน 1.34 ไร่/ชม. อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 1.95 ลิตร/ไร่ ความหนาใบอ้อย 0.06 เมตร ที่ความชื้นดิน 10.7 เปอร์เซ็นต์(มาตรฐานแห้ง) ส่วนใบอ้อยแห้งกรอบมากไม่สามารถวัดความชื้นได้ กำลังที่ใช้ในการสับใบอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า 4.43 กิโลวัตต์/เมตร และเมื่อวัดกำลังที่ใช้สำหรับจอบหมุนสับกลบใบอ้อยเมื่อพ่วงต่อกับรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้าทำงานเพื่อสับกลบใบอ้อยตามหลังจากใช้เครื่องสับใบอ้อยแล้วใช้กำลัง 7.28 กิโลวัตต์/เมตร เมื่อเทียบกับการใช้จอบหมุนสับกลบใบอ้อยตั้งแต่แรกแต่เพียงอย่างเดียวโดยพ่วงต่อกับแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้าใช้กำลัง 8.92 กิโลวัตต์/เมตร ดังนั้นจะเห็นได้ว่ากำลังงานโดยรวมที่ใช้ในการใช้เครื่องสับกลบใบอ้อย แล้วตามด้วยจอบหมุนสับกลบใบอ้อยนั้นมากกว่าการใช้จอบหมุนสับกลบใบอ้อยแต่เพียงอย่างเดียว ทำให้การใช้เครื่องสับใบอ้อยคงต้องพิจารณาถึงพื้นที่ที่มีความหนาของอ้อยมากจนการใช้เครื่องสับกลบแต่เพียงอย่างเดียวทำไม่ได้ จำเป็นต้องใช้เครื่องสับใบอ้อยทำงานก่อน หรือ ใช้เป็นทางเลือกให้เกษตรกรที่ต้องการทิ้งใบคลุมแปลงไว้เพื่อรักษาความชื้นภายในดินไว้แต่ต้องการให้ใบอ้อยที่ทิ้งไว้มีขนาดสั้นเพื่อให้สามารถใช้เครื่องหยอดปุ๋ยได้โดยไม่ติดขัดกับตัวเปิดร่องปุ๋ย

5. คำนำ : อรรถสิทธิ์ และคณะ[4] ได้รายงานในการประชุมวิชาการอ้อยและน้ำตาลแห่งชาติ ครั้งที่ 3 ระหว่างวันที่ 6-8 พฤษภาคม 2541 ณ โรงแรมเจริญธานี ปรีณเชส จังหวัดขอนแก่นว่า หลังเก็บเกี่ยวอ้อยบางพื้นที่นิยมเผาใบและเศษซากอ้อย (poat harvest burning) เพื่อป้องกันไม่ให้อ้อยตอที่งอกแล้วถูกไฟไหม้ เพราะถ้าอ้อยตอออกแล้ว ถูกไฟไหม้จะเสียหายมากกว่าไฟไหม้หลังเก็บเกี่ยวอ้อยแล้วทันที แต่จากการทดลองของ อรรถสิทธิ์ และคณะ [3] พบว่า อ้อยที่มีการเผาใบหลังเก็บเกี่ยวอ้อยมีผลผลิตอ้อยตอต่ำกว่าอ้อยที่ไม่มีการเผาใบ (มีใบคลุม) และจากสัมมนาเรื่องแนวทางวิจัย และพัฒนาอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ในช่วงปี 2547-2549 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น[1] รายงานว่านอกจากการเผาใบอ้อย อาจทำให้เกิดไฟลุกลามไปติด

แปลงข้างเคียง แล้วยังทำให้เกิดอุบัติเหตุในการจราจร ปัญหาสิ่งแวล้อมที่ตามมา ซึ่งทำให้เกษตรกรจำนวนมากโดยเฉพาะเกษตรกรผู้ปลูกอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และ ภาคกลาง บางส่วน เกี่ยวอ้อยโดยไม่เผาใบ แล้วเกิดไฟไหม้อ้อยต่อที่เจริญงอกงามแล้ว เนื่องจากอุบัติเหตุหรือจากการติดไฟเองจากแปลงข้างเคียงซึ่งยังคงเผาใบอยู่

ในปี 2548 สุภาชิต และคณะ[2] ได้ออกแบบจอบหมุนสำหรับพรวนดินและสับใบอ้อยให้พวงรถแทรกเตอร์ขนาด 80-90 แรงม้า โดยติดพวงแบบ 3 จุด (รูปที่ 1) ออกแบบให้เอียงขวาเพื่อสับกลบใบอ้อยในร่องอ้อย ซึ่งจะทำงานได้ในแปลงที่มีระยะการปลูกอ้อยตั้งแต่ 1.2 เมตรขึ้นไป การทำงานของจอบหมุนนี้ได้รับกำลังจากเพลลาอำนาจกำลังของรถแทรกเตอร์ที่มีความเร็วรอบ 540 รอบต่อนาที เพื่อส่งกำลังไปยังห้องเกียร์แล้วถ่ายทอดไปยังเฟืองโซ่ซึ่งอยู่ด้านข้างแล้วส่งกำลังไปหมุนเพลลาจอบหมุนด้วยความเร็วรอบ 500 รอบต่อนาที



รูปที่ 1 จอบหมุนแบบแถวเดี่ยวสำหรับพรวนดินและสับกลบใบอ้อย

เพลลาจอบหมุนมีจายึดใบจอบหมุน 4 จาน ในแต่ละจานมีใบจอบหมุนแบบ L ผสม C 6 ใบ ชุดใบจอบหมุนทั้งหมดเรียงตัวเป็นเกลียวลักษณะที่ไม่ให้ใบกระทบพื้นดินพร้อมกัน ซึ่งใช้กำลังในการทำงานน้อยสุด โดยจอบหมุนที่ออกแบบมีประสิทธิภาพการทำงานเชิงพื้นที่ 89.64% ความยาวใบอ้อยก่อนการสับกลบ 257.8 มิลลิเมตร ความยาวใบอ้อยหลังสับกลบ 58.9 มิลลิเมตร คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ใบที่สั้นลง 78.6 เปอร์เซ็นต์ การกลบใบอ้อย 96 เปอร์เซ็นต์ โดยมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 4.11 ลิตรต่อไร่ ซึ่งเกษตรกรส่วนหนึ่งได้ยอมรับและได้จัดซื้อไปใช้งาน แต่เกษตรกรอีกส่วนหนึ่งยังไม่สามารถจัดหาไปใช้งานได้เนื่องจาก อุปกรณ์ที่ออกแบบมาใช้กับแทรกเตอร์ขนาด 80 แรงม้า มีราคาค่อนข้างสูง และมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงสูงตามขนาดของรถแทรกเตอร์ที่ใช้ และคาดว่าถ้าออกแบบจอบหมุนสับกลบใบอ้อยสำหรับแทรกเตอร์ขนาดต่ำกว่า 80 แรงม้าอาจจะมีกำลังไม่เพียงพอ จึงได้ออกแบบเครื่องสับใบอ้อยซึ่งจะทำการสับใบอย่างเดียวโดยไม่กลบสำหรับพวงต่อกับแทรกเตอร์ขนาดต่ำกว่า 80 แรงม้า หลังจากนั้นจึงใช้จอบหมุนสับกลบใบอ้อยที่ออกแบบสำหรับแทรกเตอร์ขนาดต่ำกว่า 80 แรงม้าลงมาเช่นกันเข้าทำงานซ้ำอีกครั้งเพื่อสับกลบใบอ้อย หรือจะปล่อย

ใบอ้อยที่ถูกสับใบแล้วทิ้งคลุมแปลงไว้โดยไม่กลบสำหรับเกษตรกรที่ต้องการใบคลุมแปลงแต่ต้องการใบขนาดใหญ่ เพื่อให้สามารถใช้เครื่องหยอดปุ๋ยได้ง่าย

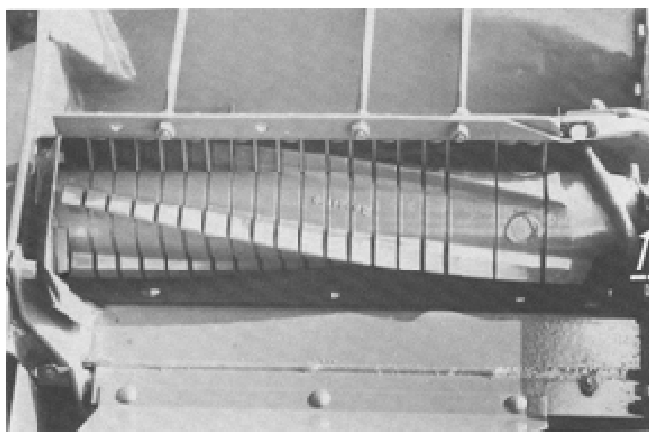
6. วิธีดำเนินการ :

- อุปกรณ์ - อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบประกอบด้วย รถแทรกเตอร์ขนาด 50 34 และ 24 แรงม้า เทปวัดระยะทาง 1 ม้วน นาฬิกาจับเวลา 2 เรือน อุปกรณ์วัดน้ำมันแบบ หลอดแก้ว 1 ชุด อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน 1 ชุด เครื่องชั่งน้ำหนัก 1 เครื่อง และตุ้บตัวอย่างดิน 1 เครื่อง
- วิธีการ - ดำเนินการออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องสับใบอ้อย เสร็จแล้ว ทดสอบเบื้องต้นในแปลงอ้อยต่อที่ผ่านการเก็บเกี่ยวแล้วของเกษตรกร จากนั้นนำต้นแบบมาแก้ไขให้เหมาะสมแล้วนำกลับไปทดลองในแปลงเกษตรกรอีกครั้งพร้อมเก็บข้อมูล ขนาดแปลง ความชื้นดิน ความเร็วในการทำงานในระยะทาง 20 เมตร เวลาในการทำงานในแปลงทั้งหมด ความหนาใบอ้อยที่อยู่บนพื้นดิน ความยาวใบอ้อยที่อยู่บนพื้นดิน ระยะห่างระหว่างกออ้อย น้ำหนักใบอ้อยบนพื้นดินที่อยู่ระหว่างกออ้อยที่ถูกสุ่ม 1 ตารางเมตรในแต่ละร่องระหว่างกออ้อยในแปลงทดสอบ ปริมาณ น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในแต่ละแปลง ความเร็วรอบของเพลลาอำนาจกำลังในขณะก่อนทำงาน และ ขณะทำงาน วิเคราะห์ข้อมูลและจัดทำรายงาน
- เวลาและสถานที่ - ระยะเวลาในการทดสอบนี้เริ่มตั้งแต่ตุลาคม 2553 ถึงเดือน กันยายน 2555 สำหรับสถานที่ทดสอบเบื้องต้นได้แก่สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการ เกษตร และทดสอบในแปลงเกษตรกรที่ แปลงเกษตรกร อ.บ่อพลอย จ.กาญจนบุรี และ แปลง เกษตรกร อ.บ้านไผ่ จ.ขอนแก่น

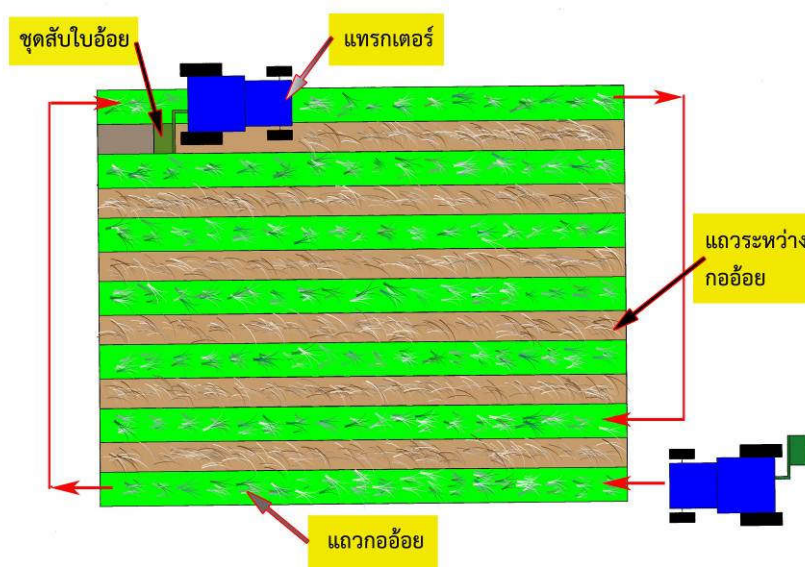
7. ผลการทดลองและวิจารณ์

-ดำเนินการศึกษาอุปกรณ์สับต้นข้าวโพดมาดัดแปลงให้สามารถ สับใบและเศษซากอ้อย แล้วนำมาออกแบบเครื่องสับใบและเศษซากอ้อย โดยใช้รูปแบบคล้ายกับ เครื่องสับต้นข้าวโพดดังแสดงในรูปที่ 2 โดยออกแบบให้ใช้แกนเพลลาชุดลูกตีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ประมาณ 0.06 เมตร มีชุดลูกตีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.44 เมตร เพื่อดึงใบอ้อยให้เข้าไปปะทะ กับชุดใบมีดซึ่งติดอยู่ด้านบนของชุดลูกตี โดยในขั้นแรกออกแบบใบชุดตีเป็นเหล็กเพลลากลมเพื่อให้เกิด ความแข็งแรง ส่วนชุดใบมีดทำจากเหล็กสปริง เพื่อให้มีความแข็งแรงและสามารถยืดหยุ่นได้ ออกแบบ ให้ชุดเครื่องสับใบอ้อยติดกับแทรกเตอร์ขนาด 50 แรงม้าโดยการวิ่งคร่อมแถวกออ้อยดังแสดงในรูปที่ 3 เนื่องจากรถแทรกเตอร์มีขนาดใหญ่เกินกว่าจะวิ่งในแถวระหว่างกออ้อยได้ ออกแบบให้กำลังจาก เพลลาอำนาจกำลังรถแทรกเตอร์ผ่านไปยังห้องเกียร์ทด อัตราทด 1.46: 1 แล้วส่งกำลังผ่านเฟืองโซ่ไป

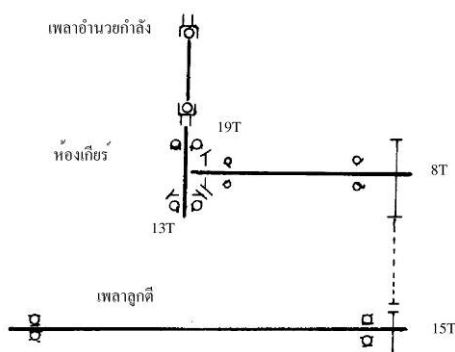
ยังชุดลูกตี โดยมีความเร็วรอบชุดลูกตี ประมาณ 200 รอบ/นาที ดังแสดงในรูปที่ 4 ซึ่งชุดเกียร์และชุดเฟืองทดใช้ขนาดเท่ากับจอบหมุนนาข้าว ที่มีใช้กันแพร่หลายเพื่อให้ได้วัสดุราคาไม่แพง และจากการทดสอบเบื้องต้นพบว่า ใบอ้อยพันเข้าสู่แกนชุดตีโดยไม่มีการสับใบ จึงดำเนินการแก้ไขใหม่โดยสร้างชุดลูกตีที่มีลักษณะเป็นเหล็กพืดแบน และเปลี่ยนชุดใบมีดให้ยาวมากขึ้นและมีช่องว่างระหว่างใบลูกตีกับใบมีดน้อยเพื่อให้สามารถตัดใบอ้อยได้ดีมากขึ้นแสดงในรูปที่ 5 ซึ่งจะได้ดำเนินการทดสอบในแปลงต่อไป



รูปที่ 2 ชุดอุปกรณ์สับต้นข้าวโพด



รูปที่ 3 แสดงรูปแบบของการฟ่งเครื่องสับใบอ้อยแล้ววิ่งคร่อมร่องอ้อยเพื่อสับใบอ้อยระหว่างแฉกอ้อย



รูปที่ 4 รูปแบบการส่งกำลังจากรถแทรกเตอร์ไปยังเพลาลูกตี่



รูปที่ 5 ชุดลูกตี่มีลักษณะเป็นเหล็กพืดแบน

หลังจากได้นำต้นแบบที่แก้ไขแล้วไปทดสอบในแปลง พบว่า ชุดใบมีดรับไม่มีความแข็งแรง เนื่องจากเป็นเหล็กสปริง เมื่อเชื่อมติดกับแผ่นยึดจะเปราะหักงายเนื่องจากได้รับความร้อนจากการเชื่อม นอกจากนั้นเกิดการพันของใบอ้อยจนชุดแกนเพลาลูบมีดไม่สามารถหมุนได้ ต้องดำเนินการปรับปรุง โดยเปลี่ยนวัสดุชุดใบมีดรับจากเหล็กสปริง เป็นเหล็กเหนียวธรรมดาพร้อมลับคมและขยายช่องว่างระหว่างใบมีดให้มากขึ้น เนื่องจากไม่สามารถสับใบอ้อยได้ทัน ใบอ้อยจึงเข้ามาอุดตัน ซึ่งจากการทดลองเบื้องต้นแล้วเห็นได้ว่ารถแทรกเตอร์ขนาด 50 แรงม้า สามารถทำงานได้จึงลดขนาดรถแทรกเตอร์ที่ใช้งานลงเหลือ 34 แรงม้า ซึ่งเป็นแทรกเตอร์ขนาดเล็กลงมาที่เกษตรกรนิยมใช้งานกันมากอีกขนาดหนึ่ง และเป็นการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงในการทำงานอีกทางหนึ่งด้วย แต่ยังคงใช้แทรกเตอร์วงจรร้อมแถวอ้อยเนื่องจากแทรกเตอร์ยังคงมีขนาดใหญ่

หลังจากได้เปลี่ยนวัสดุชุดใบมีดรับเป็นเหล็กเหนียวธรรมดาเรียบร้อยแล้ว จึงได้นำไปทดสอบ พวงต่อกับแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้า ซึ่งพบว่าสามารถทำงานได้ แต่ยังคงมีปัญหาในการที่ใบอ้อย เข้าไปอัดกับใบรับที่ได้ทำใหม่จนในบางครั้งเครื่องหยุดการทำงานเนื่องจากหมุนไม่ไหว ต้องเอาใบอ้อย ที่เข้ามาอัดนั้นออกไปก่อนจึงจะสามารถทำงานต่อได้แสดงในรูปที่ 6 จึงต้องทำการปรับปรุงใบรับอีก ครั้ง โดยการใช้ใบมีดสำหรับใบตัดหญ้าขนาด 4x3 เซนติเมตร มาติดกับแกนที่เชื่อมต่อกับแผงรับอีกครั้งโดยใช้การยึดใบมีดด้วย น็อต จำนวน 2 ตัวต่อใบ ซึ่งใบมีดนี้มีความหนาประมาณ 3 มิลลิเมตร เพื่อให้สามารถตัดใบอ้อยได้ดีขึ้น แล้วดำเนินการทดสอบเบื้องต้นเพื่อดูผลต่อไป



รูปที่ 6 แสดงการใช้แทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้าพวงเครื่องสับใบอ้อยและใบอ้อยเข้ามาพันแกนลูกตี

เมื่อได้นำเครื่องสับใบอ้อยที่ได้ปรับปรุงแล้วไปทดสอบปรากฏว่ายังคงมีปัญหาจากการพันที่ แกนลูกตี จึงดำเนินการปรับปรุงใหม่ขยายขนาดลูกตีให้ใหญ่ขึ้นโดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพลลา ประมาณ 0.27 เมตรส่วนใบลูกตีลดความยาวลงเหลือความยาวฟันลูกตีประมาณ 0.08 เมตรเพื่อให้ เหมาะสมและมีความแข็งแรงมากขึ้นและมีเส้นผ่านศูนย์กลางโดยรวมประมาณเท่าเดิม รวมทั้งลด ความยาวใบรับให้มีขนาดที่เหมาะสมกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลูกตีที่ได้ปรับปรุงใหม่โดยใช้ใบรับ เป็นเหล็กพีดลัดคมประกบคู่เพื่อให้เกิดความแข็งแรง ซึ่งต้องดำเนินการทดสอบหาข้อมูลเบื้องต้น ต่อไปเพื่อนำมาปรับปรุง



รูปที่ 7 แสดงให้เห็นการขยายขนาดลูกตีให้ใหญ่ขึ้น

หลังจากได้ปรับปรุงเครื่องสับใบและเศษซากอ้อยสำหรับแทรกเตอร์ขนาดกลาง ตามรูปที่ 7 แล้วนำไปทดสอบพบว่าใบอ้อยยังคงมีการอุดตันทำให้ต้องหยุดการทำงานเพื่อดึงใบอ้อยออกจากเครื่องตามรูปที่ 8



รูปที่ 8 แสดงให้เห็นว่าใบอ้อยมีการอุดตัน

ซึ่งจากการพันของใบอ้อยจึงได้เปลี่ยนวิธีการสับใบแบบใหม่โดยออกแบบให้มี 2 ลูกตีโดยให้ลูกตีด้านบนมีขนาดเล็กกว่าด้านล่าง ตามรูปที่ 9 โดยให้ลูกตีลูกที่สอง หมุนด้วยความเร็วรอบต่างกับลูกตีแรก โดยการกำหนดจำนวนฟันของเฟืองโซ่ที่ไม่เท่ากัน และสามารถกำหนดให้ลูกตีลูกที่สองหมุนตามหรือหมุนสวนทางกับลูกตีลูกแรกได้ โดยการวางตำแหน่งโซ่ ตามรูปที่ 10 และ 11



รูปที่ 9 แสดงต้นแบบเครื่องสับใบอ้อยแบบ 2 ลูกตี



รูปที่ 10 แสดงการใช้โซ่ขับเคลื่อนตามกัน

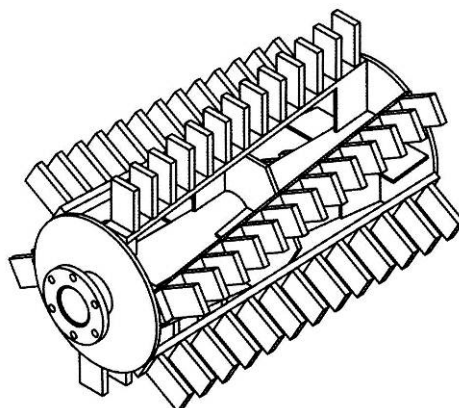


รูปที่ 11 แสดงการใช้โซ่ขับเคลื่อนสวนกัน

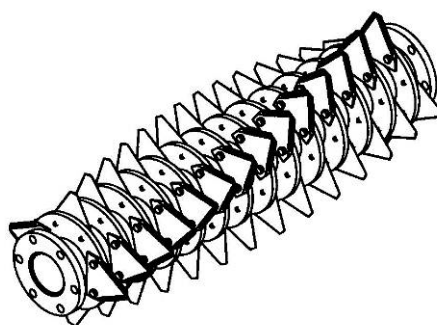
โดยใช้เฟืองโซ่ที่เพลจากห้องเกียร์ 9 ฟัน เพลาลูกตึบน 11 ฟัน เพลาลูกตีล่าง 9 ฟัน ซึ่งจะได้ความเร็วรอบลูกตึบน 616 รอบ/นาที ความเร็วรอบลูกตีล่าง 504 รอบ/นาที แล้วนำไปทดสอบพบว่าสามารถตีใบอ้อยได้ดี ไม่มีการพันของใบอ้อยจนต้องหยุดตีใบออก แต่ขนาดความยาวของใบที่สับออกมายังคงมีความยาวมากไป จึงแก้ไขต้นแบบอีกครั้งโดยการเปลี่ยนใบตีของลูกตีตัวบนที่เป็นเหล็กพีดีธรรมดาเป็นใบมีดแบบรถเกี่ยวข้าว ดังแสดงในรูปที่ 12 และเปลี่ยนฟันลูกตีให้มีจำนวนมากขึ้นเป็น 13 ฟันต่อแถบ พร้อมกับงานประกอบใบมีดสามเหลี่ยมแบบรถเกี่ยวข้าว จำนวน 14 งาน งานละ 4 ใบมีดเรียงเป็นเกลียว ประมาณ 7 องศา เพื่อไม่ให้ใบตี ตีพร้อมกัน ซึ่งจะทำให้สิ้นเปลืองพลังงานมากกว่า ดังแสดงในรูปที่ 13 และ 14



รูปที่ 12 แสดงการใช้ใบมีดรถเกี่ยวข้าวใส่ในลูกตึบน



รูปที่ 13 แสดงการปรับปรุงลูกตีล่าง โดยเพิ่มจำนวนใบตี และเรียงเป็นเกลียว



รูปที่ 14 แสดงลูกตีบนการตีใบมีดสามเหลี่ยมบนจาน และเรียงเป็นเกลียว

ซึ่งจากผลการทดสอบพบว่า ขนาดความยาวของใบอ้อยยังคงมีความยาวอยู่ จึงปรับปรุงโดยการเปลี่ยนเฟืองเพลาลูกตีใบมีดให้มีความเร็วมากกว่า ลูกตีตัวล่าง เพื่อให้การสับใบทำได้สั้นมากขึ้น โดยดำเนินการเปลี่ยนเฟือง ที่เพลาลูกจากห้องเกียร์มีจำนวนฟันเป็น 12 ฟัน เพลาลูกตีบน 9 ฟัน และเฟืองเพลาลูกตีล่าง 16 ฟัน จะได้ความเร็วรอบเพลาลูกตีบน 672 รอบ/นาที ความเร็วรอบเพลาลูกตีล่าง 378 รอบ/นาที โดยสามารถสลับทิศทางการหมุนของเฟืองเพลากลาง(เพลาลูกมีด) ได้โดยการใช้ทิศทางการคล่องโซ่ ดังในรูปที่ 15 และ 16 โดยมีเฟืองพวงโซ่เพิ่มเติม



รูปที่ 15 ลูกดีทั้งสอง หมุนตาม
กัน



รูปที่ 16 ลูกดีทั้งสอง หมุนสวนทาง

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบเครื่องสับใบอ้อย แบบลูกดีหมุนตามกันหน้ากว้างในการทำงาน 0.625 เมตร พ่วงติดกับรถแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้า รถแทรกเตอร์คูโบต้า L 3408 ที่เกียร์รถแทรกเตอร์ low 2 ที่ความเร็วรอบเพลลาอานวยกำลัง 540 รอบต่อนาที ความเร็วรอบของรถแทรกเตอร์ที่ 2,500 รอบต่อนาที ทดสอบที่อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น

| รายการ | ข้อมูล |
|--|---------|
| สภาพแปลงทดสอบ | |
| -ขนาดแปลง (กว้างxยาว), (เมตร) | 6.5x195 |
| -ความขึ้นดิน (มาตรฐานแห้ง), (%) | 17.0 |
| -ความยาวใบอ้อยก่อนการสับ (เมตร) | 1.26 |
| -น้ำหนักใบอ้อยต่อพื้นที่ (กิโลกรัม/ไร่) | 748 |
| -ความหนาของใบอ้อย (เมตร) | 0.045 |
| ผลการทดสอบ | |
| -ความเร็วในการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ (เมตร/วินาที) | 0.39 |
| -หน้ากว้างในการทำงาน (เมตร) | 0.625 |

| | |
|--|-------|
| -หน้ากว้างในการทำงานทางทฤษฎี (เมตร) | 1.65 |
| -ความสามารถในการทำงานทางทฤษฎี (ไร่/ชั่วโมง) | 1.46 |
| -ความสามารถในการทำงานจริง (ไร่/ชั่วโมง) | 1.19 |
| -ประสิทธิภาพการทำงาน (%) | 81.9 |
| -อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร/ไร่) | 2.03 |
| -ความยาวใบอ้อยหลังการสับ (เมตร) | 0.38 |
| -ความสามารถในการสับใบอ้อย (%) | 70.51 |

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบเครื่องสับใบอ้อยแบบลูกตีหมุนสวนทาง หน้ากว้างในการทำงาน 0.625 เมตร พ่วงติดกับรถแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้า รถแทรกเตอร์คูโบต้า L 3408 ที่เกียร์รถแทรกเตอร์ low 2 ที่ความเร็วรอบเพลลาอำนาจกำลัง 540 รอบต่อนาที ความเร็วรอบของรถแทรกเตอร์ที่ 2,500 รอบต่อนาที ทดสอบที่อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น

| รายการ | ข้อมูล |
|--|---------|
| สภาพแปลงทดสอบ | |
| -ขนาดแปลง (กว้างxยาว), (เมตร) | 6.5x195 |
| -ความชื้นดิน (มาตรฐานแห้ง), (%) | 15.93 |
| -ความยาวใบอ้อยก่อนการสับ (เมตร) | 1.20 |
| -น้ำหนักใบอ้อยต่อพื้นที่ (กิโลกรัม/ไร่) | 566 |
| -ความหนาของใบอ้อย (เมตร) | 0.041 |
| ผลการทดสอบ | |
| -ความเร็วในการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ (เมตร/วินาที) | 0.37 |
| -หน้ากว้างในการทำงาน (เมตร) | 0.625 |

| | |
|--|-------|
| -หน้ากว้างในการทำงานทางทฤษฎี (เมตร) | 1.65 |
| -ความสามารถในการทำงานทางทฤษฎี (ไร่/ชั่วโมง) | 1.36 |
| -ความสามารถในการทำงานจริง (ไร่/ชั่วโมง) | 1.22 |
| -ประสิทธิภาพการทำงาน (%) | 89.9 |
| -อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร/ไร่) | 2.03 |
| -ความยาวใบอ้อยหลังการสับ (เมตร) | 0.30 |
| -ความสามารถในการสับใบอ้อย (%) | 75.17 |

ตารางที่ 3 แสดงกำลังที่ต้องใช้ของแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้าในการทำงานของเครื่องสับใบอ้อย เทียบกับจอบหมุนสับกลบใบอ้อย

| ขนาดรถแทรกเตอร์แรงม้า | อุปกรณ์ที่พ่วงต่อกับแทรกเตอร์ | รูปแบบของแทรกเตอร์ทำงานในแปลงอ้อย | หน้ากว้างในการทำงาน เมตร | กำลังที่ใช้ในการทำงาน กิโลวัตต์ (แรงม้า) | กำลังที่ใช้ในการทำงาน/หน้ากว้างในการทำงาน กิโลวัตต์/เมตร |
|-----------------------|--|-----------------------------------|--------------------------|--|--|
| 34 | เครื่องสับใบอ้อย | แทรกเตอร์วิ่งคร่อมแถวกออ้อย | 0.625 | 19.12 (25.64) | 30.60 |
| 34 | จอบหมุนสับกลบใบอ้อย | แทรกเตอร์วิ่งคร่อมแถวกออ้อย | 0.8 | 19.89 (26.67) | 24.87 |
| 34 | จอบหมุนสับกลบใบอ้อย (ทำงานตามเครื่องสับใบอ้อย) | แทรกเตอร์วิ่งคร่อมแถวกออ้อย | 0.8 | 21.36 (28.64) | 26.71 |



รูปที่ 17 ไบอ้อยที่ผ่านเครื่องสับใบและเศษซากอ้อย

ซึ่งจากผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 1 2 3 และ รูปที่ 17 ได้ขนาดความยาวไบอ้อย ขนาดสั้นลง เหลือประมาณ 30 เซนติเมตร ซึ่งเป็นความยาวที่ลดลงจากไบอ้อยเดิมประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ และการหมุนเพลลาใบตีและเพลลาใบมีดสวนทางกันทำให้ใบที่สั้นมากกว่าเล็กน้อย จึงได้เลือกใช้การหมุนใบมีดแบบสวนทางกัน นอกจากนั้นกำลังที่ต้องใช้การสับไบอ้อยดังแสดงในตารางที่ 3 ใช้กำลังมากซึ่งสาเหตุน่าจะเกิดจากแก้ไขต้นแบบหลายครั้งพื้นที่ในการแก้ไขมีจำกัดทำให้เพลลาถูกตี อาจไม่ได้แนวเส้นตรงเดียวกัน และการหักมุมของข้อโซ่มีมากเป็นสาเหตุทำให้เกิดแรงเสียดทานใช้ กำลังมากขึ้น นอกจากนั้นในการใช้แทรกเตอร์วิ่งคร่อมแถวกออ้อยควบคุมความลึกในการทำงานได้ไม่ดี ดีนัก จึงสร้างเครื่องต้นแบบเครื่องสับใบและเศษซากอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า และเพิ่มรอบลูกตีทั้งสองลูกเพื่อให้ตีใบได้สั้นมากขึ้น นอกจากนั้นรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้ายังสามารถใช้วิ่งภายในแถวระหว่างกออ้อยได้ โดยดำเนินการสร้างเครื่องสับใบและเศษซากอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้าซึ่งสามารถวิ่งภายในแถวระหว่างกออ้อยได้ โดยออกแบบให้ลูกตีสองลูก หมุนสวนทางกันโดยมีเฟืองเพลลาบนจำนวน 17 ฟัน เฟืองเพลลากลาง 10 ฟัน และเฟืองเพลลาลูกตีล่าง จำนวน 17 ฟัน ซึ่งเป็นความเร็วรอบลูกตีเพลลาบน 850 รอบ/นาที ความเร็วรอบลูกตีเพลลาล่าง 500 รอบ/นาที โดยใช้หัวเกียร์ทดเท่าเดิม 1.46:1 ดังแสดงในรูปที่ 18 และรูปที่ 19



รูปที่ 18 แสดงเครื่องสับใบอ้อย
ด้านข้าง



รูปที่ 19 แสดงเครื่องสับใบด้านหลัง

ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 4 5 และรูปที่ 20 ส่วนประกอบของเครื่องสับใบอ้อย แสดง
ในรูปที่ 21

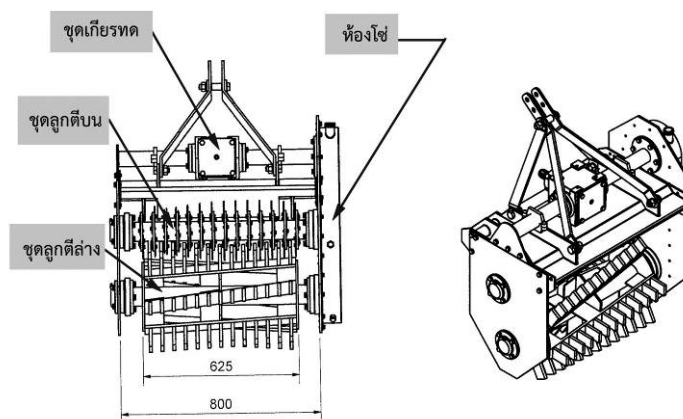
ตารางที่ 4 ผลการทดสอบเครื่องสับใบอ้อยแบบลูกตีหมุนสวนทาง หน้ากว้างในการทำงาน 0.625
เมตร พ่วงติดกับรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า ใช้รถแทรกเตอร์คูโบต้า L 2420 ที่เกียร์รถแทรกเตอร์
low 2 ที่ความเร็วรอบเพลลาอำนาจกำลัง 540 รอบต่อนาที ความเร็วรอบของรถแทรกเตอร์ที่ 2,500
รอบต่อนาที ทดสอบที่อำเภอปอพลอย จังหวัดกาญจนบุรี

| รายการ | ข้อมูล |
|---|----------|
| สภาพแปลงทดสอบ | |
| -ขนาดแปลง (กว้างxยาว), (เมตร) | 7.10x100 |
| -ความชื้นดิน (มาตรฐานแห้ง), (%) | 10.7 |
| -ความยาวใบอ้อยก่อนการสับ (เมตร) | 1.14 |
| -น้ำหนักใบอ้อยต่อพื้นที่ (กิโลกรัม/ไร่) | 1114 |

| | |
|--|-------|
| -ความหนาของใบอ้อย (เมตร) | 0.065 |
| ผลการทดสอบ | |
| -ความเร็วในการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ (เมตร/วินาที) | 0.36 |
| -หน้ากว้างในการทำงาน (เมตร) | 0.625 |
| -หน้ากว้างในการทำงานทางทฤษฎี (เมตร) | 1.66 |
| -ความสามารถในการทำงานทางทฤษฎี (ไร่/ชั่วโมง) | 1.35 |
| -ความสามารถในการทำงานจริง (ไร่/ชั่วโมง) | 1.31 |
| -ประสิทธิภาพการทำงาน (%) | 96.8 |
| -อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร/ไร่) | 1.95 |
| -ความยาวใบอ้อยหลังการสับ (เมตร) | 0.24 |
| -ความสามารถในการสับใบอ้อย (%) | 81.36 |



รูปที่ 20 แสดงผลการทำงานเครื่องสับใบอ้อยพ่วงแทรกเตอร์ 24 แรงม้า



รูปที่ 21 แสดงโครงสร้างโดยรวมของเครื่องสับใบอ้อยพวงรถแทรกเตอร์ 24 แรงม้า

ตารางที่ 5 แสดงกำลังที่ต้องใช้ในการทำงานของเครื่องสับใบอ้อยเทียบกับจอบหมุนสับกลบใบอ้อย

| ขนาดรถ แทรกเตอร์ แรงม้า | อุปกรณ์ที่พ่วงต่อ กับแทรกเตอร์ | รูปแบบของ แทรกเตอร์ทำงาน ในแปลงอ้อย | หน้า กว้างใน การ ทำงาน เมตร | กำลังที่ใช้ ในการ ทำงาน กิโลวัตต์ (แรงม้า) | กำลังที่ใช้ใน การทำงาน/ หน้ากว้างใน การทำงาน กิโลวัตต์/เมตร |
|-------------------------------|--|---|---|--|---|
| 24 | เครื่องสับใบอ้อย | แทรกเตอร์วิ่งใน แถวระหว่างกอ อ้อย | 0.625 | 3.71 (2.78) | 4.43 |
| 24 | จอบหมุนสับกลบ ใบอ้อย | แทรกเตอร์วิ่งใน แถวระหว่างกอ อ้อย | 0.8 | 7.14 (9.57) | 8.92 |
| 24 | จอบหมุนสับกลบ ใบอ้อย (ทำงาน ตามเครื่องสับใบ อ้อย) | แทรกเตอร์วิ่งใน แถวระหว่างกอ อ้อย | 0.8 | 5.82 (7.81) | 7.28 |

วิจารณ์ผลผลการวิจัย

จากผลการทดสอบจะเห็นได้ว่า เครื่องสับใบและเศษซากอ้อยนั้นใช้กำลังในการทำงานน้อยกว่า เครื่องสับกลบใบอ้อยโดยเฉพาะเมื่อใช้กับรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า

8. **สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ** : จากปัญหาในการเกิดไฟไหม้ใบอ้อยที่เกษตรกรปล่อยให้แปลง ทำให้ไฟไหม้ต่ออ้อย เกษตรกรสูญเสียต่ออ้อยไป ถึงแม้ว่าในปี 2545 จะมีจอบหมุนสับกลบใบอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 80 แรงม้าซึ่งออกแบบโดยสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม แต่เนื่องจากเกษตรกรหลายรายไม่มีรถแทรกเตอร์ขนาดใหญ่ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมจึงได้ออกแบบเครื่องสับใบและเศษซากอ้อยเพื่อรถแทรกเตอร์ที่มีขนาดต่ำกว่า 80 แรงม้าลงมา โดยใช้เครื่องสับกลบใบอ้อยทำงานซ้ำจะให้ทำการสับกลบได้ง่ายขึ้นและใช้พลังงานลดลง เครื่องสับใบอ้อยนี้ออกแบบให้ฟ่วงต่อรถแทรกเตอร์แบบฟ่วงต่อแบบ 3 จุด ชุดหัวเกียร์อัตราทด 1.46:1 ถ่ายทอดกำลังจากเพลลาถ่ายทอดกำลังรถแทรกเตอร์ ส่งกำลังผ่านเฟืองโซ่ไปหมุนเพลลาใบมีด 2 ชุดบนล่าง หมุนสวนทางกันโดยเพลลาใบมีดล่างหมุนด้วยความเร็วประมาณ 378 รอบ/นาที เพลลาใบมีดบนหมุนด้วยความเร็วประมาณ 672 รอบ/นาที ใบมีดชุดล่างประกอบด้วยใบมีด 4 ชุด ชุดละ 13 ฟัน ใบมีดชุดบนประกอบด้วยจาน 14 จาน แต่ละจานติดใบมีดสามเหลี่ยมจำนวน 4 ใบ หน้ากว้างในการทำงาน 0.625 เมตร ผลการทำงานที่จังหวัดกาญจนบุรีเมื่อใช้แทรกเตอร์ 34 แรงม้า ความยาวใบอ้อยก่อนทำงานมีค่าเฉลี่ย 1.20 เมตร หลังการใช้เครื่องสับใบอ้อยแล้วความยาวใบเฉลี่ย 0.30 เมตร ความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 1.22 ไร่/ชม. อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 1.81 ลิตร/ไร่ ความหนาใบอ้อยเฉลี่ย 0.04 เมตร ที่ความชื้นดินเฉลี่ย(มาตรฐานแห้ง) 15.93 เปอร์เซ็นต์ กำลังที่ใช้ในการทำงานสับใบอ้อย 30.60 กิโลวัตต์/เมตร ทั้งนี้ อาจเนื่องจากการแก้ไขต้นแบบหลายครั้งเนื้อที่ในการแก้ไขจำกัดเพลลาถูกตัดอาจไม่ได้แนวเส้นตรงเดียวกัน และการหักมุมของข้อโซ่มีมากเป็นสาเหตุทำให้เกิดแรงเสียดทานใช้กำลังมากขึ้น นอกจากนี้ การที่แทรกเตอร์วิ่งคร่อมแถวกออ้อยควบคุมความลึกได้ไม่ดีนัก จึงดำเนินการสร้างเครื่องสับใบอ้อยสำหรับฟ่วงต่อสำหรับแทรกเตอร์ 24 แรงม้าเพื่อใช้แทรกเตอร์วิ่งเข้าไปในแถวระหว่างกออ้อย โดยการปรับระยะการส่งถ่ายกำลังให้เหมาะสมใช้หลักการส่งกำลังผ่านหัวเกียร์ทด 1.46:1 ส่งกำลังผ่านเฟืองโซ่เพลลาบน 17 ฟัน เฟืองเพลลากลาง 10 ฟัน และเฟืองเพลลาชุดล่าง 17 ฟัน เมื่อให้เพลลาอำนาจกำลังหมุนด้วยความเร็ว 540 รอบ/นาที ความเร็วลูกตีเพลลาบนหมุนด้วยความเร็วรอบประมาณ 850 รอบ/นาที ความเร็วลูกตีเพลลาล่างหมุนด้วยความเร็วประมาณ 500 รอบ/นาที ความยาวใบอ้อยก่อนทำงานมีค่าเฉลี่ย 1.13 เมตร หลังการใช้เครื่องสับใบอ้อยแล้วความยาวใบอ้อยเฉลี่ย 0.24 เมตร ความสามารถในการทำงาน 1.34 ไร่/ชม. อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 1.95 ลิตร/ไร่ ความหนาใบอ้อย 0.06 เมตร ความชื้นดินเฉลี่ย(มาตรฐานแห้ง) 10.7 เปอร์เซ็นต์ สำหรับแรงที่ต้องใช้สำหรับเครื่องสับใบอ้อย ทำงานฟ่วงรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า เท่ากับ 4.43 กิโลวัตต์/เมตร ตามลำดับ ซึ่งจะ

เห็นได้ว่ากำลังที่ต้องใช้เครื่องสับใบอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้าใช้น้อยกว่ากำลังที่ใช้กับจอบหมุนสับกลบใบอ้อย แต่อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าการใช้เครื่องสับใบอ้อยใช้กำลังน้อยกว่าจอบหมุนสับกลบใบอ้อย แต่ก็ต้องใช้จอบหมุนสับกลบใบอ้อยอีกครั้ง ซึ่งคงจะเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานโดยรวมมากกว่า ส่วนการใช้เครื่องสับใบอ้อยพ่วงต่อแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้าควรจะปรับรอบลูกตีและระยะการส่งถ่ายกำลังให้เหมาะสมก็น่าจะสามารถทำงานได้ดีเช่นเดียวกับเครื่องสับใบอ้อยที่ใช้พ่วงต่อกับแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า ดังนั้นการใช้เครื่องสับใบอ้อยคงต้องพิจารณาถึงพื้นที่ที่มีความหนาของอ้อยมากจนการใช้เครื่องสับกลบแต่เพียงอย่างเดียวทำไม่ได้ จำเป็นต้องใช้เครื่องสับใบอ้อยทำงานก่อน หรือ ใช้เป็นทางเลือกให้เกษตรกรที่ต้องการทิ้งใบคลุมแปลงไว้เพื่อรักษาความชื้นภายในดินไว้แต่ต้องการให้ใบอ้อยที่ทิ้งไว้มีขนาดสั้นเพื่อให้สามารถใช้เครื่องหยอดปุ๋ยได้โดยไม่ติดขัดกับตัวเปิดร่องปุ๋ย

9. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ : -ได้รายงานผลงานวิจัยสิ้นสุดเพื่อให้โรงงาน เอกชน หรือผู้สนใจ ได้นำไปศึกษา หรือปรับไปใช้งานต่อไป

-ได้เผยแพร่ทางโทรทัศน์ไทยทีวีสีช่อง 7 เพื่อให้ศึกษาและนำไปประยุกต์ใช้งาน

10. คำขอขอบคุณ (ถ้ามี) : ขอขอบคุณ คุณ วิรัตน์ ศิริไพบุลย์ เกษตรกรไร่อ้อยในจังหวัดกาญจนบุรี และคุณ กิตติพิชญ์ อังสฤตย์ถาวร เกษตรกรไร่อ้อยในจังหวัดขอนแก่น ซึ่งได้ช่วยอำนวยความสะดวกในการทดสอบ ให้สถานที่ในการทดสอบ

11. เอกสารอ้างอิง :

ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น. 2545, *สัมมนาเชิงปฏิบัติ เรื่องแนวทางวิจัย และพัฒนาอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ*. ในช่วงปี 2547-2549. ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น. ขอนแก่น.

สุภาชิต เสี่ยมพงศ์. 2548. จอบหมุนแถวเดี่ยวเพื่อพรวนดิน และสับใบอ้อยในระหว่างแถวไร่อ้อย. เครื่องจักรกลเกษตร. 2548

อรรถสิทธิ์ บุญธรรม. 2544. เครื่องสับใบและเศษซากอ้อย. น.ส.พ. กสิกร ปีที่ 74 ฉบับที่ 4 กรกฎาคม-สิงหาคม 2544 หน้า 82-84.

อรรถสิทธิ์ บุญธรรม เถลิ้มพล ไหลรุ่งเรือง ปรีชา พราหมณีย์ จริญญา อารี และ สุรวิทย์ สุริยพันธ์.

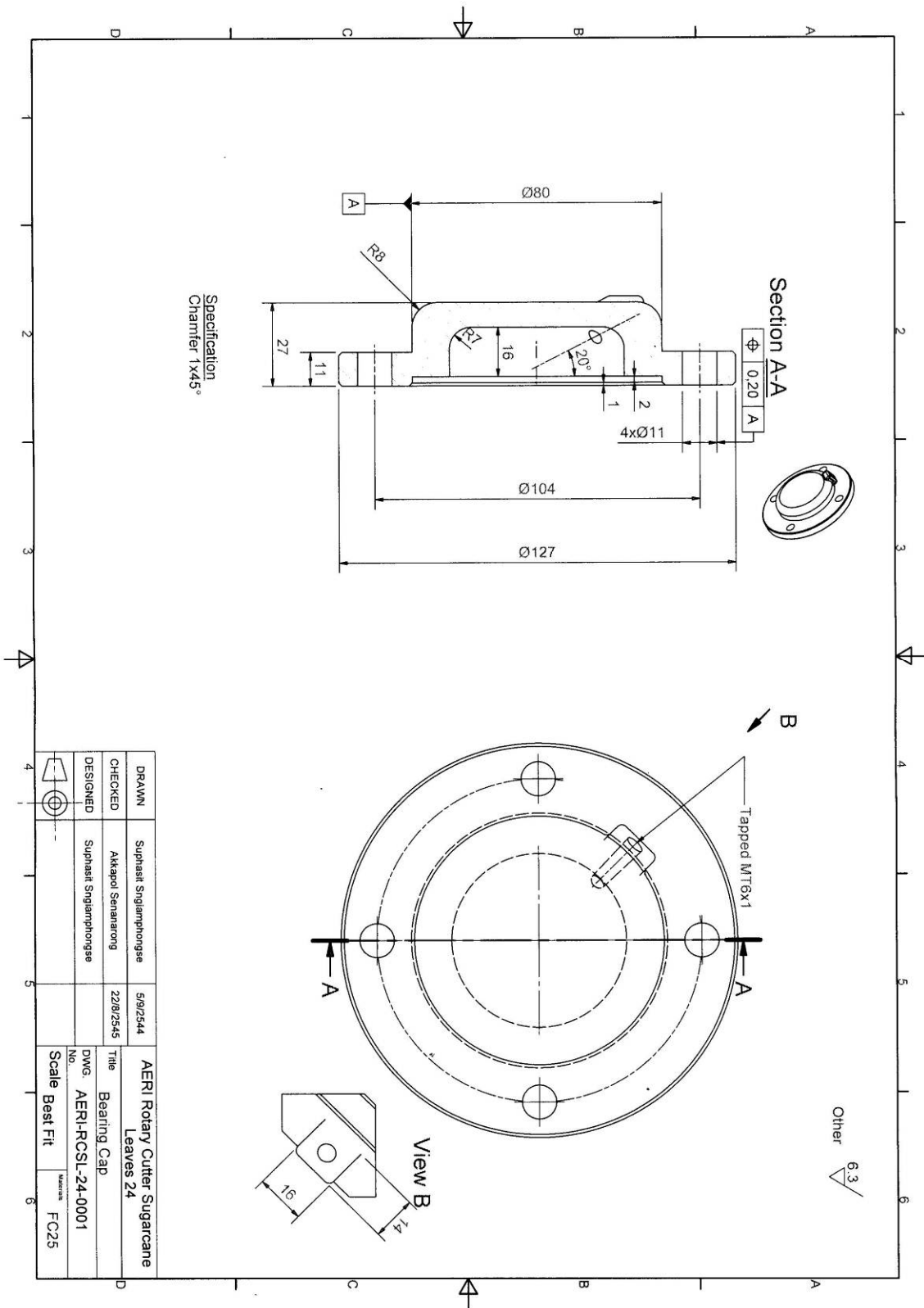
2541. การใช้เครื่องสับใบอ้อยชนิดต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหาการเผาใบอ้อยหลังจากเก็บเกี่ยว.

รายงานการประชุมวิชาการอ้อยและน้ำตาลแห่งชาติ ครั้งที่ 3. ระหว่างวันที่ 6-8 พฤษภาคม

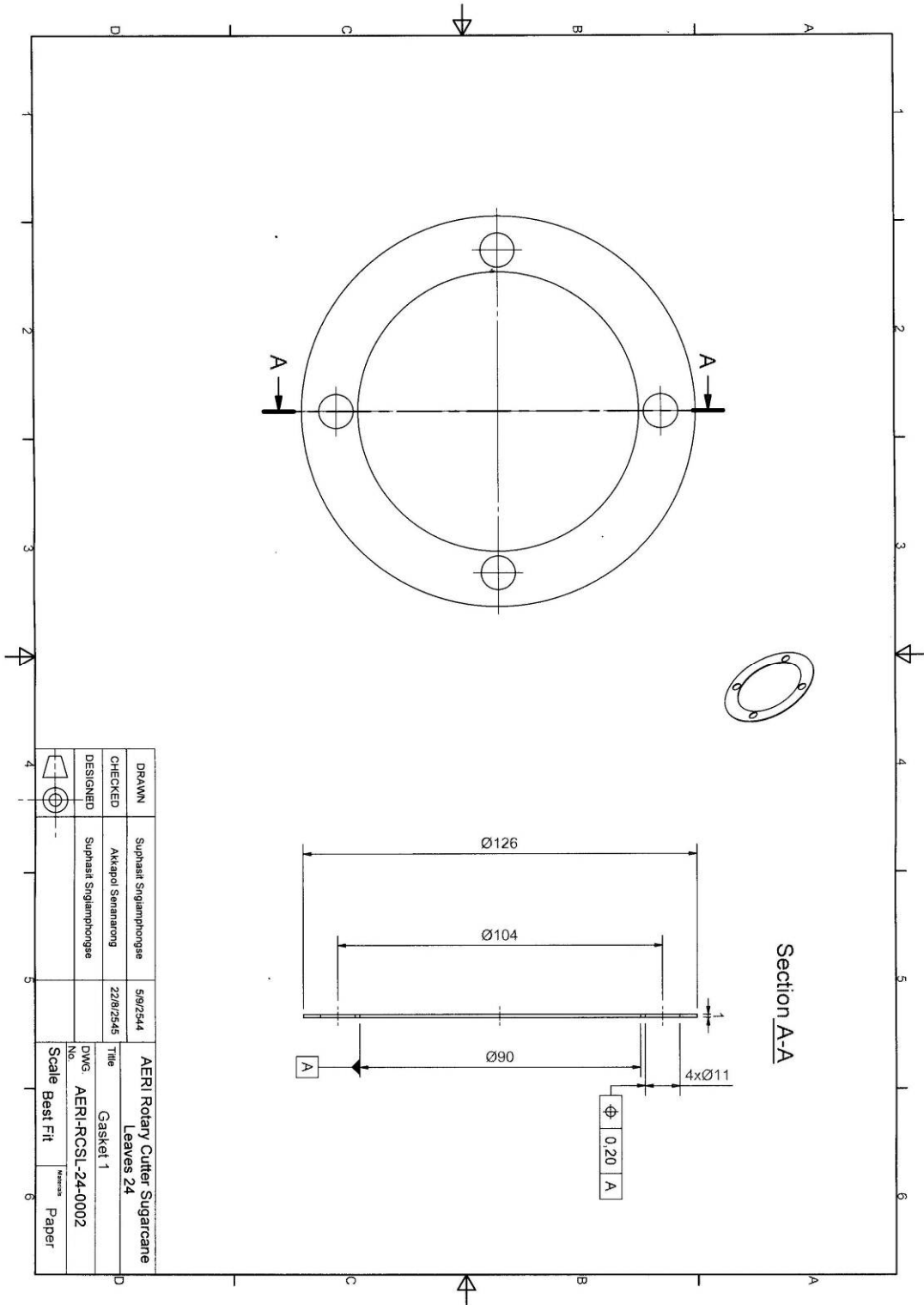
2541. ณ. โรงแรมเจริญธานี ปรีนเนส จังหวัดขอนแก่น. หน้า 350-372.

12. ภาคผนวก

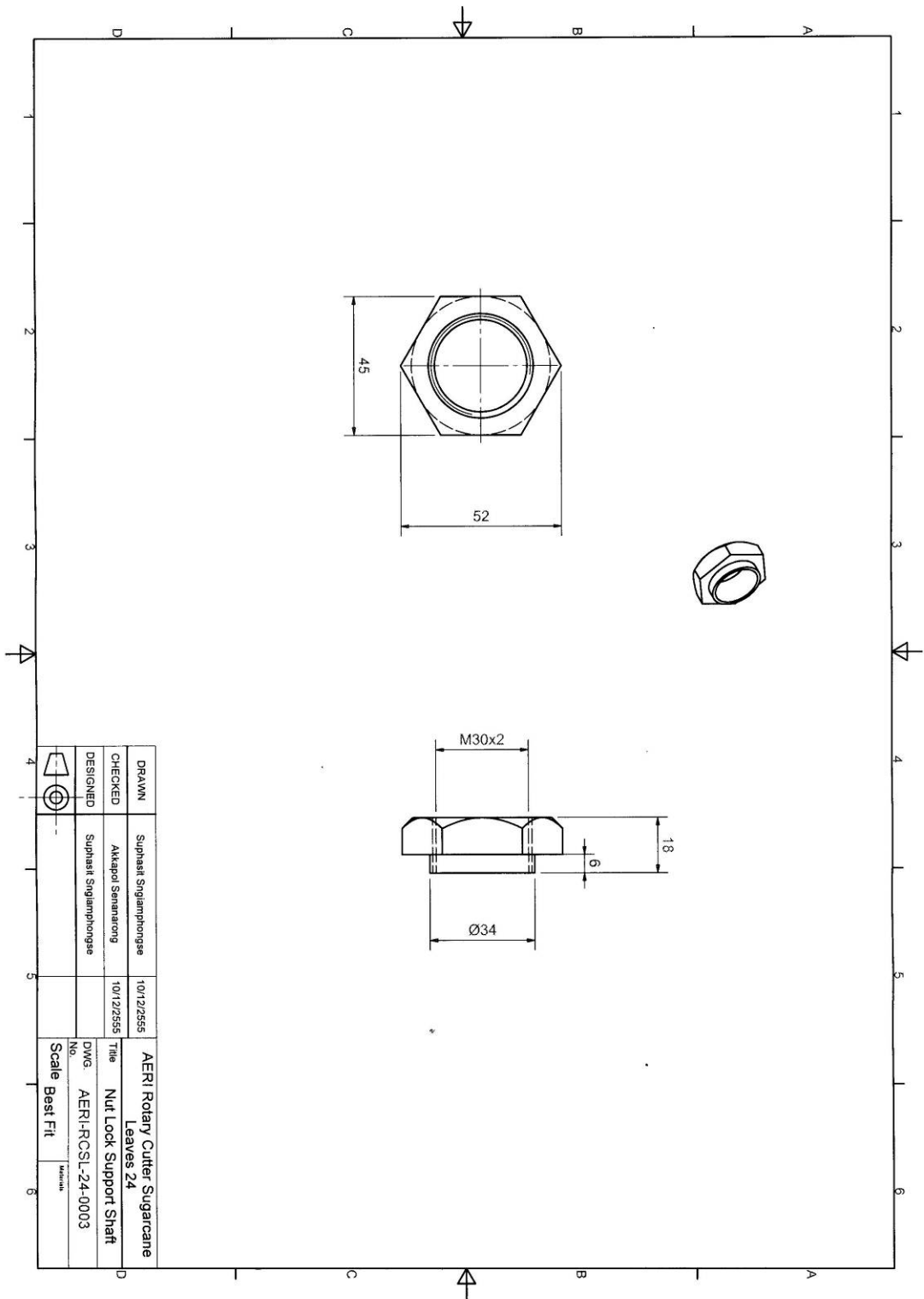
: ภาคผนวก ก.



รูปผนวก 1ก.1 ฝาครอบลูกป็น

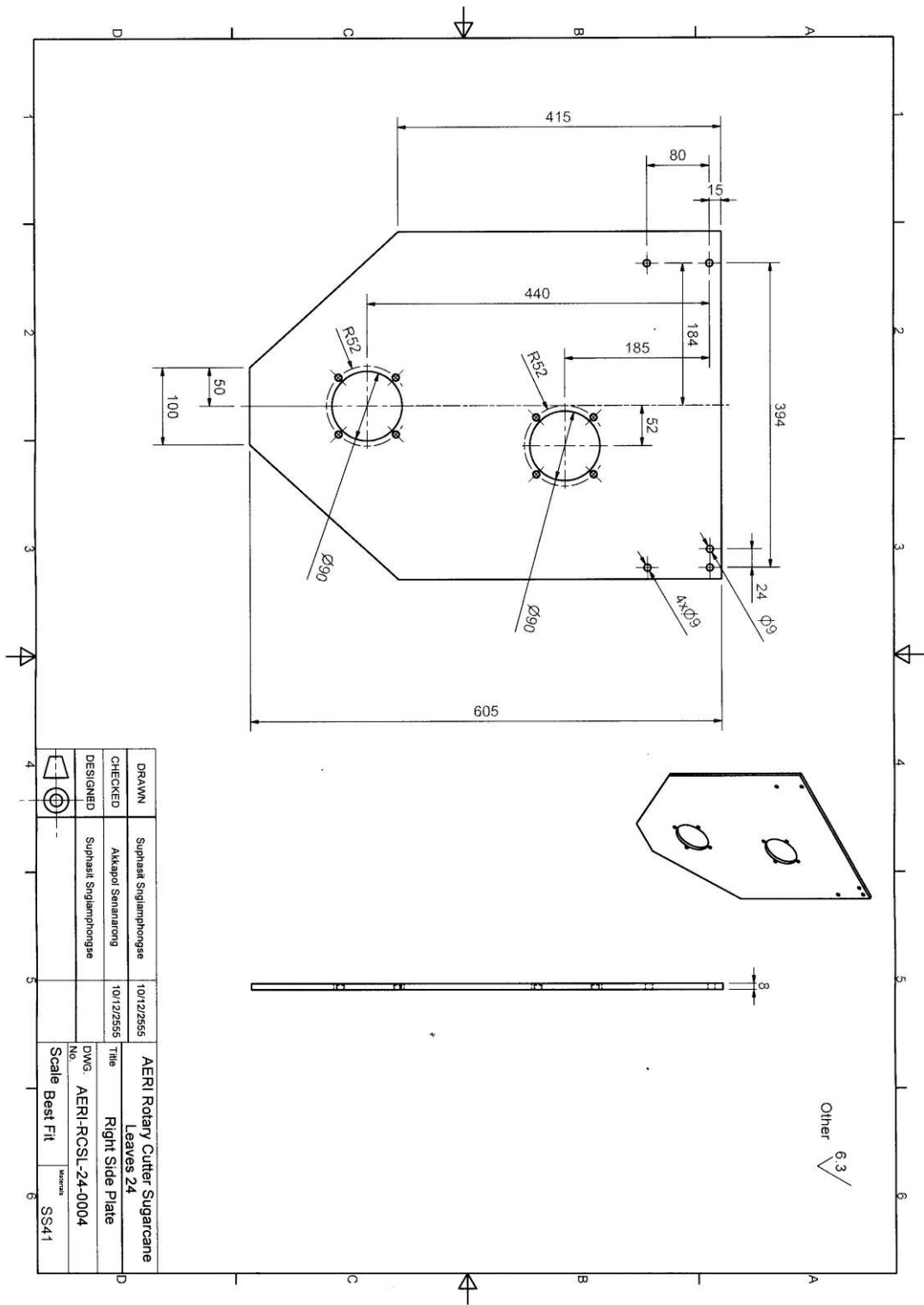


รูปผนวก 1ก.2 ปะเก็นฝาครอบลูกป็น

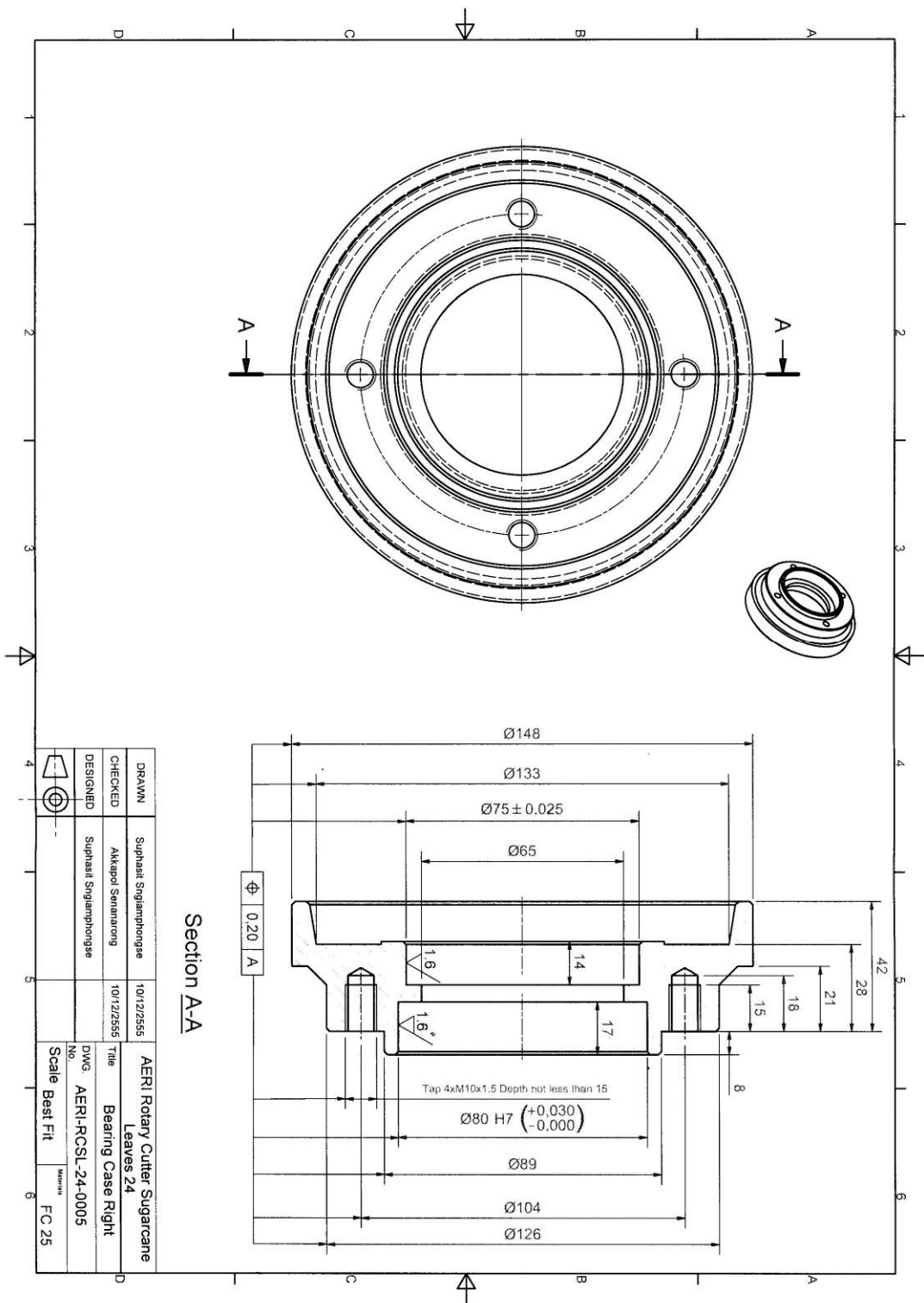


| | | | | |
|----------|------------------------|------------|------------------------------|-------------------|
| DRAWN | Suphast Singamphonngse | 10/12/2555 | AERI Rotary Cutter Sugarcane | |
| CHECKED | Akkapol Senanarong | 10/12/2555 | Leaves 24 | |
| DESIGNED | Suphast Singamphonngse | | Nut Lock Support Shaft | |
| | | | DWG No. | AERI-RCSL-24-0003 |
| | | | Scale | Best Fit |
| | | | Material | |

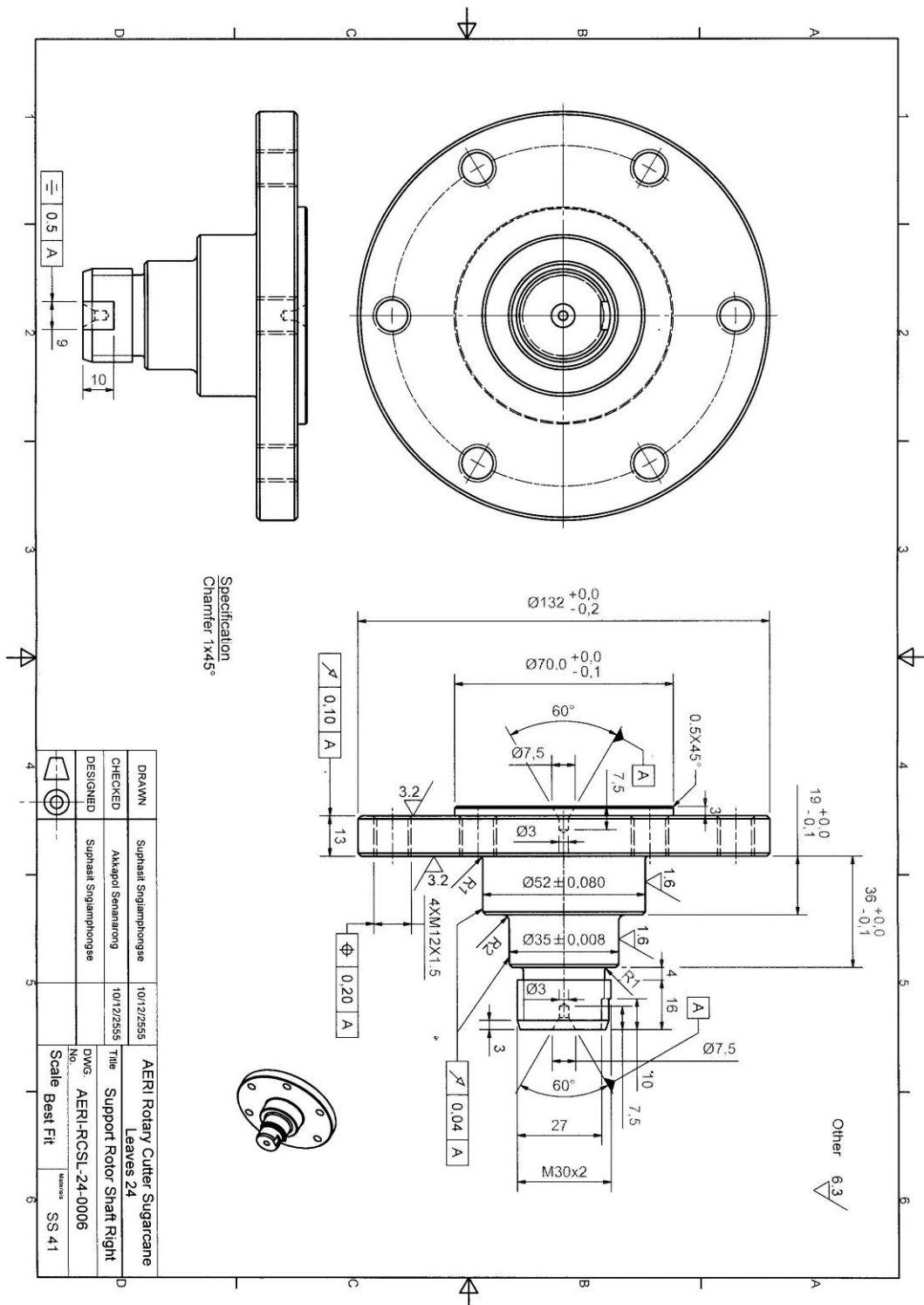
รูปผนวก 1ก.3 น็อตยึดหัวเพลลา



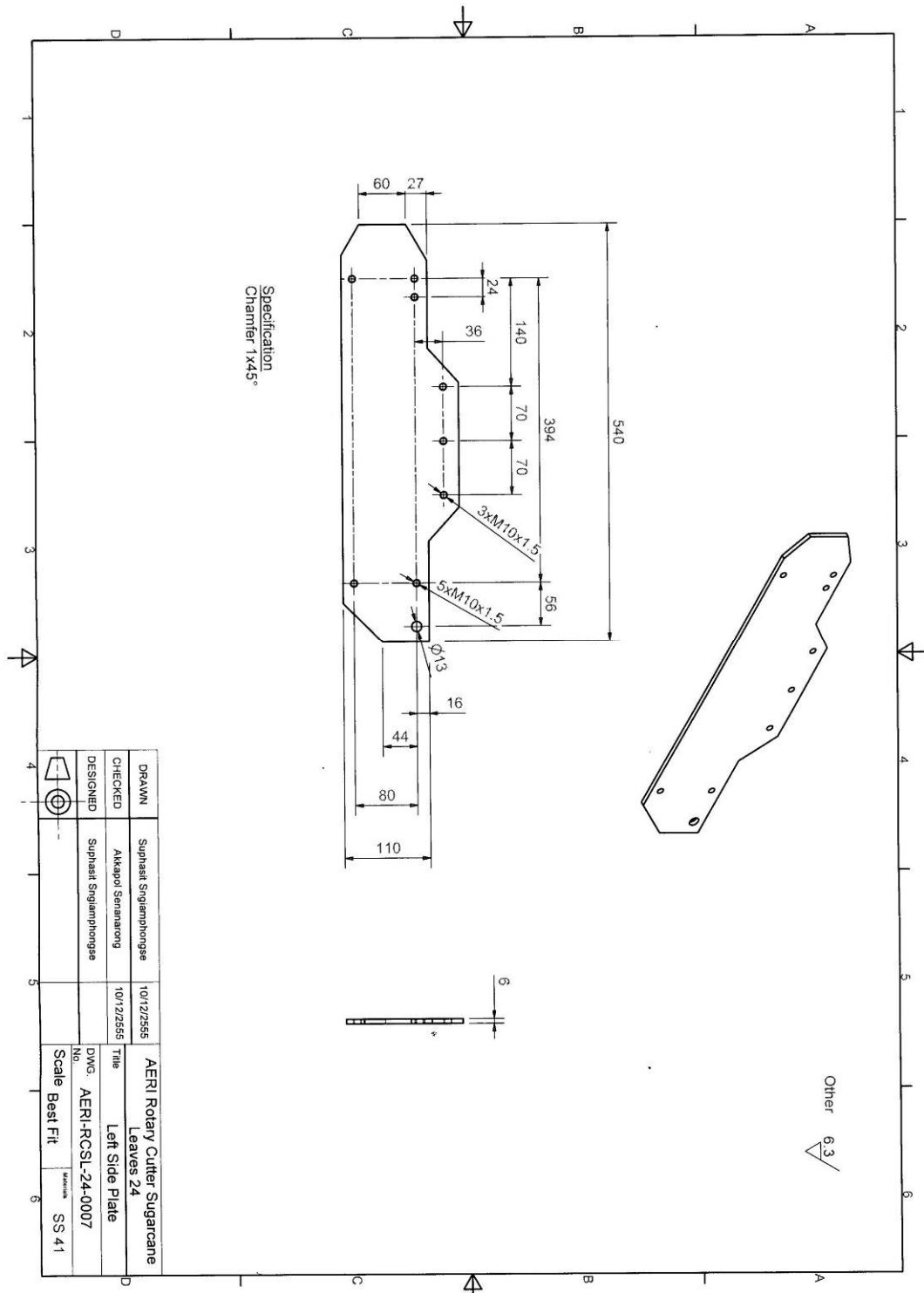
รูปผนวก 1ก.4 แผ่นข้างซ้าย



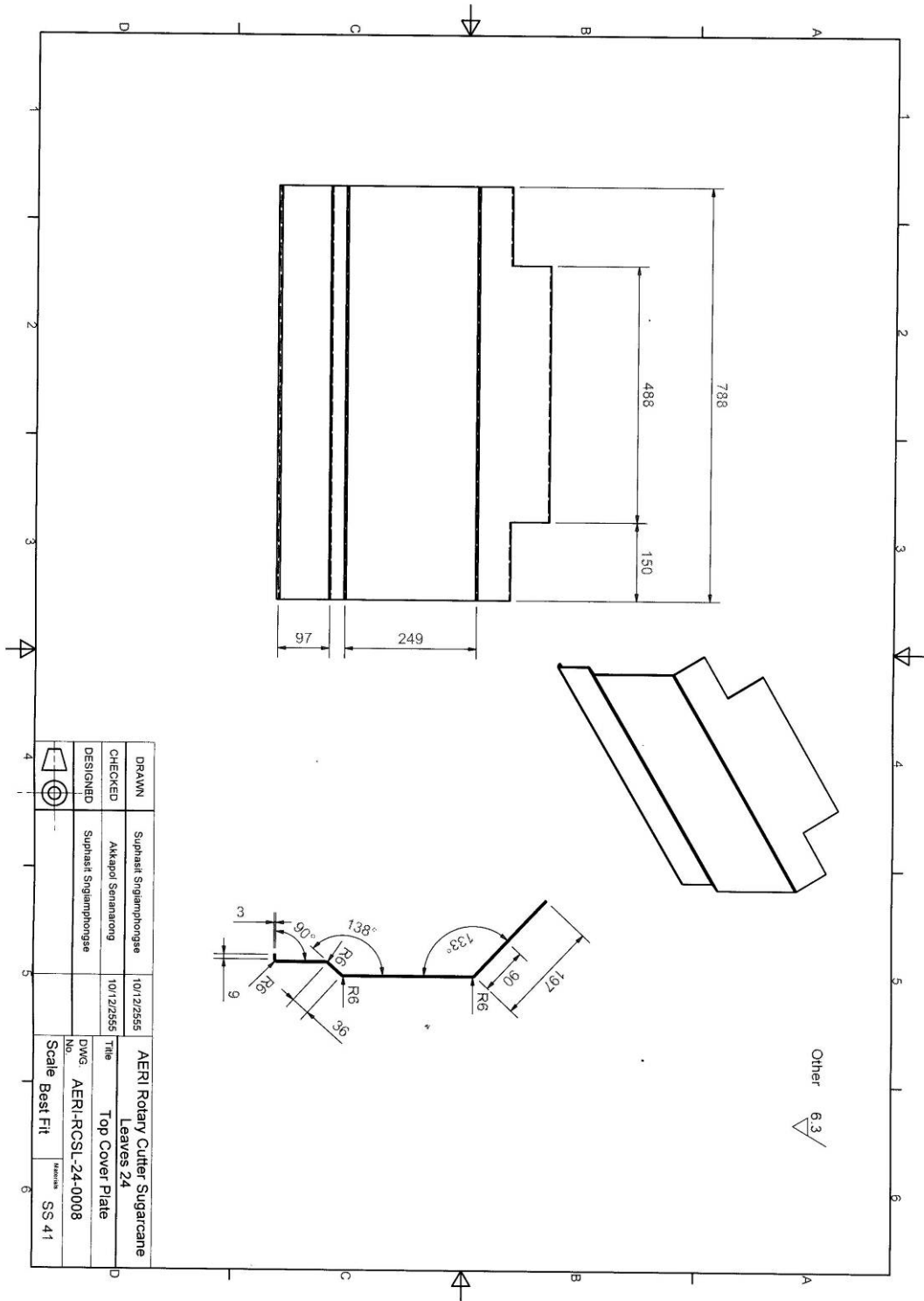
รูปผนวก 1ก.5 เสื่อลูกปืนในซ้าย



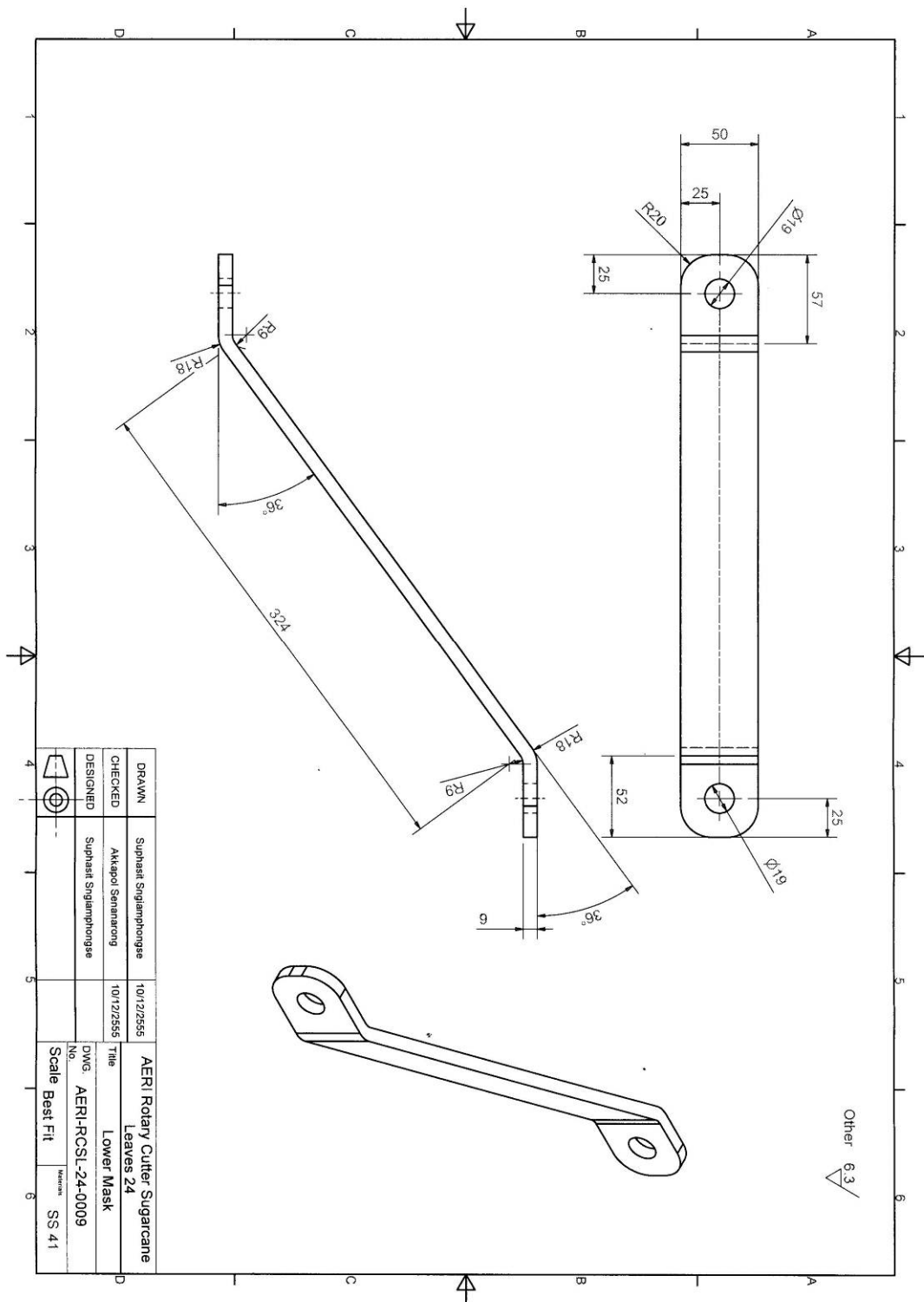
รูปผนวก 1ก.6 ชุดยึดเพลาลูกกลิ้งซ้าย



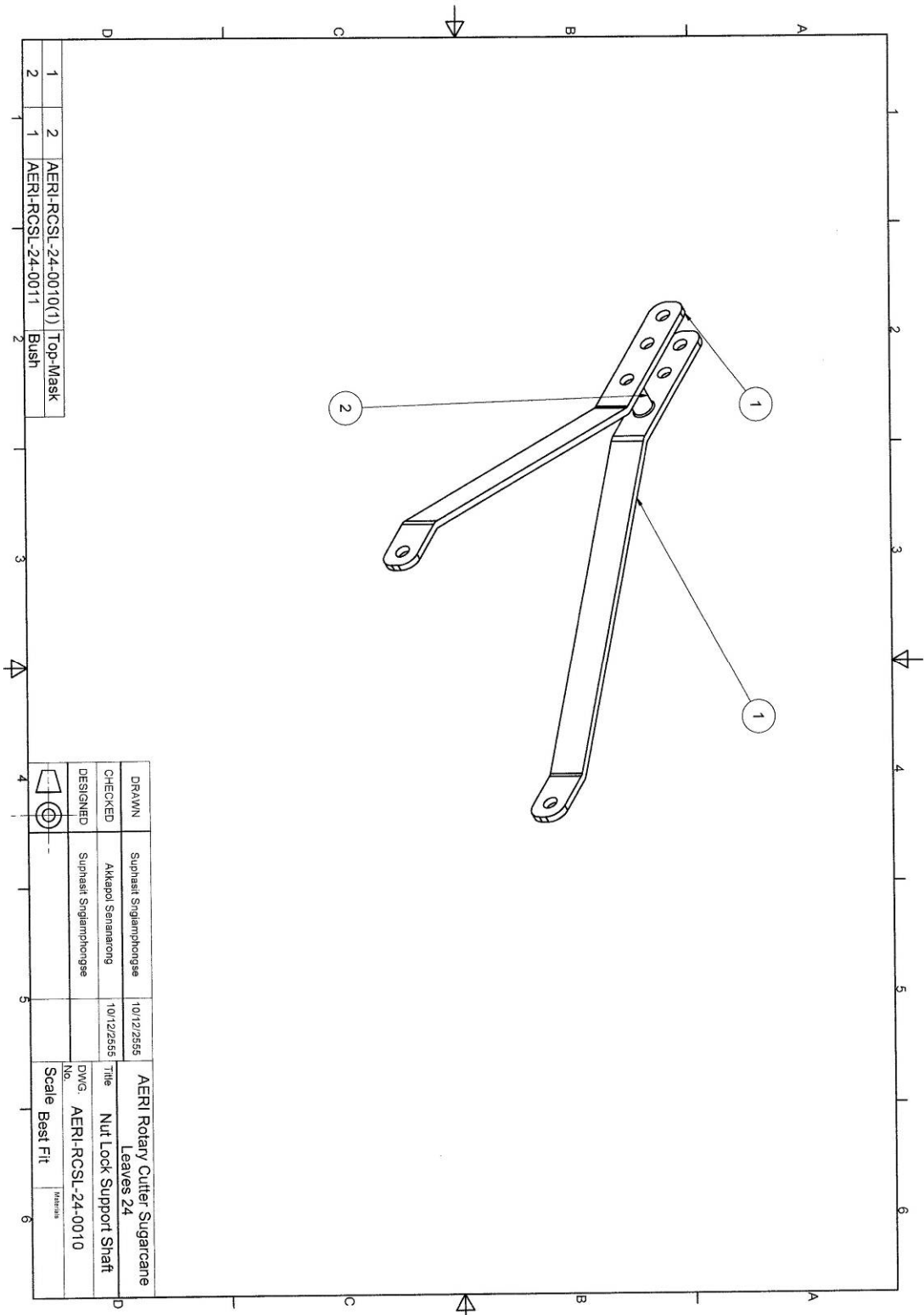
รูปผนวก 1ก.7 แผ่นประกบโครงบนซ้าย



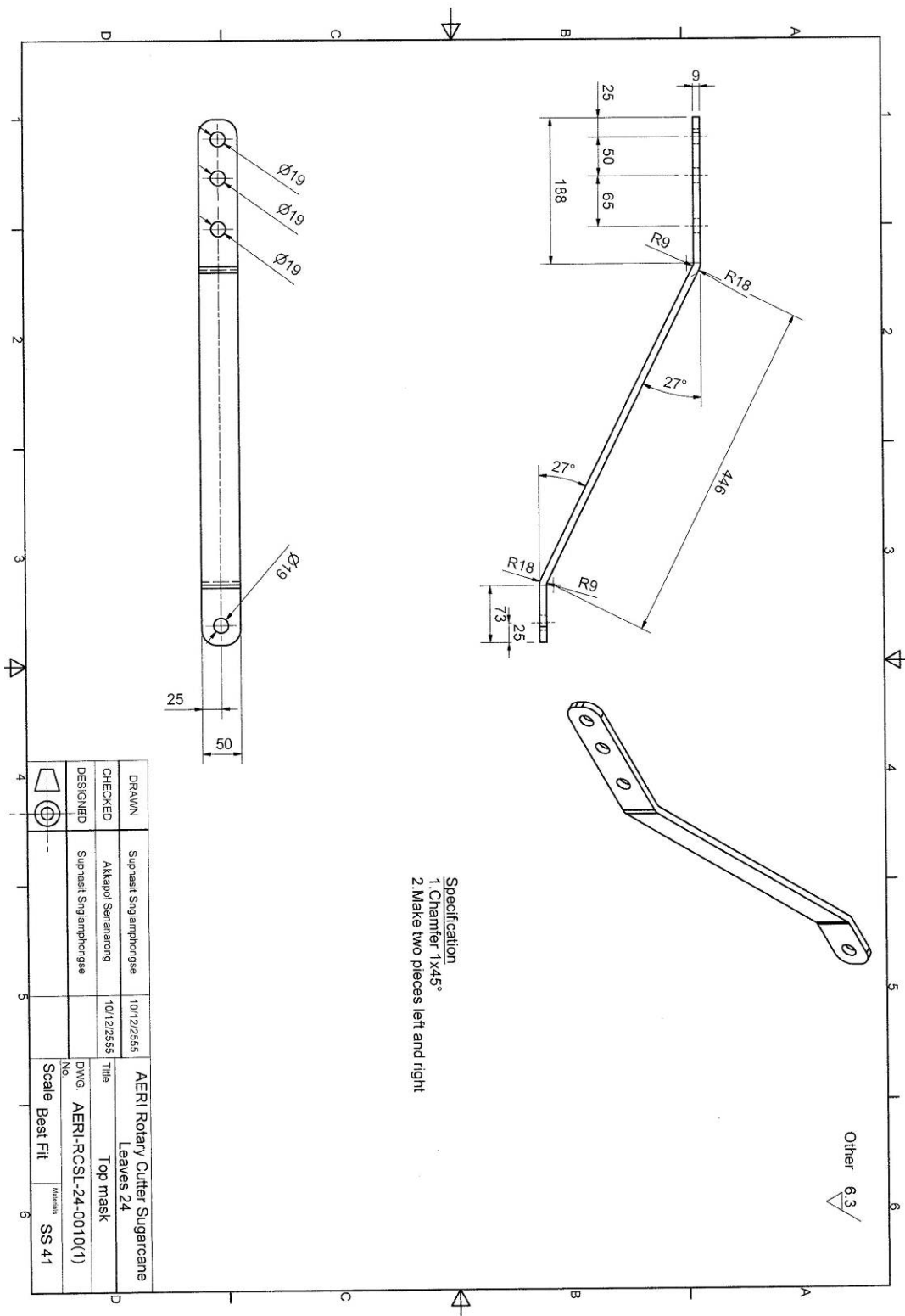
รูปผนวก 1ก.8 โครงฝาบน



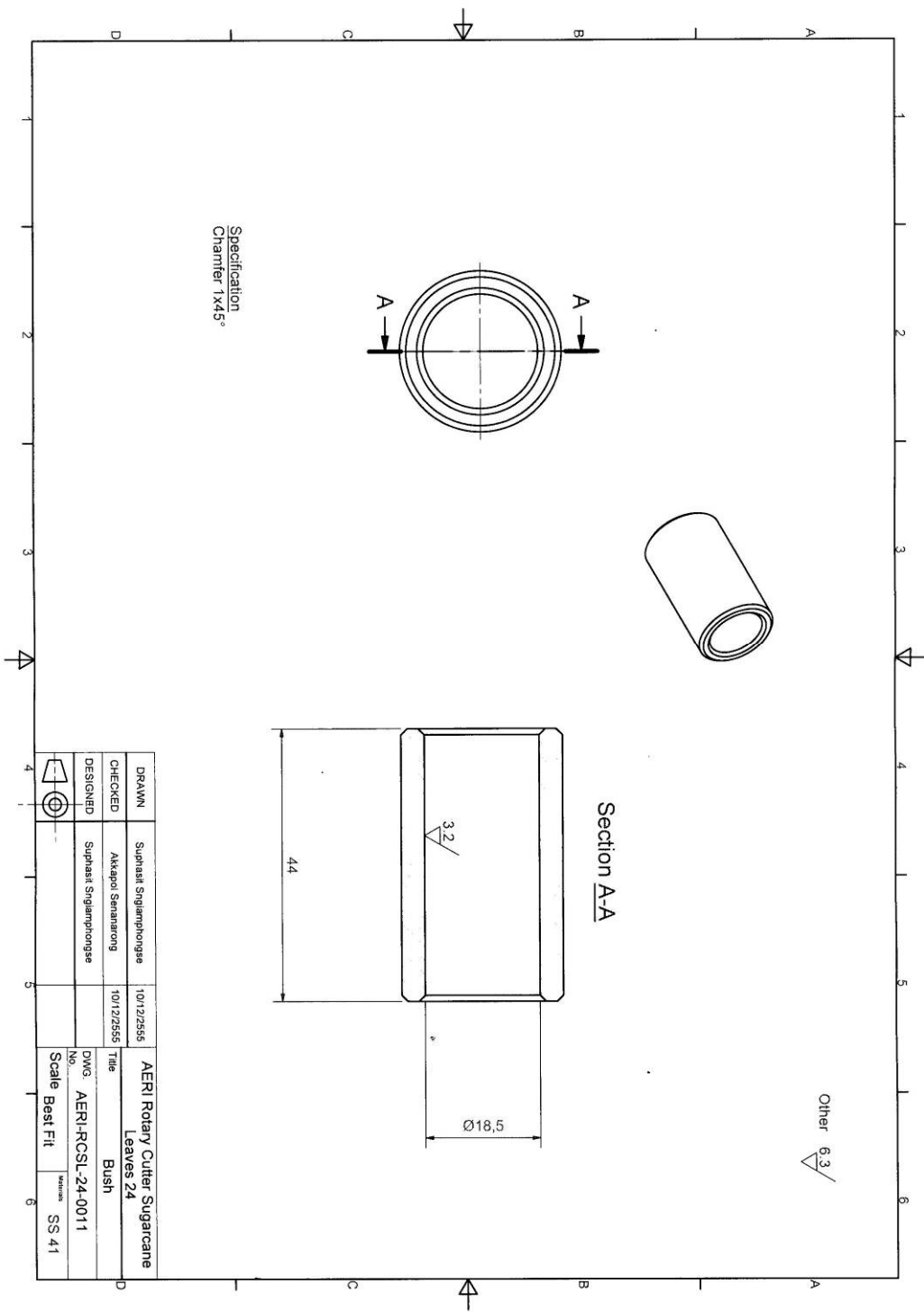
รูปผนวก 1ก.9 แขนกระโຈมล่าง



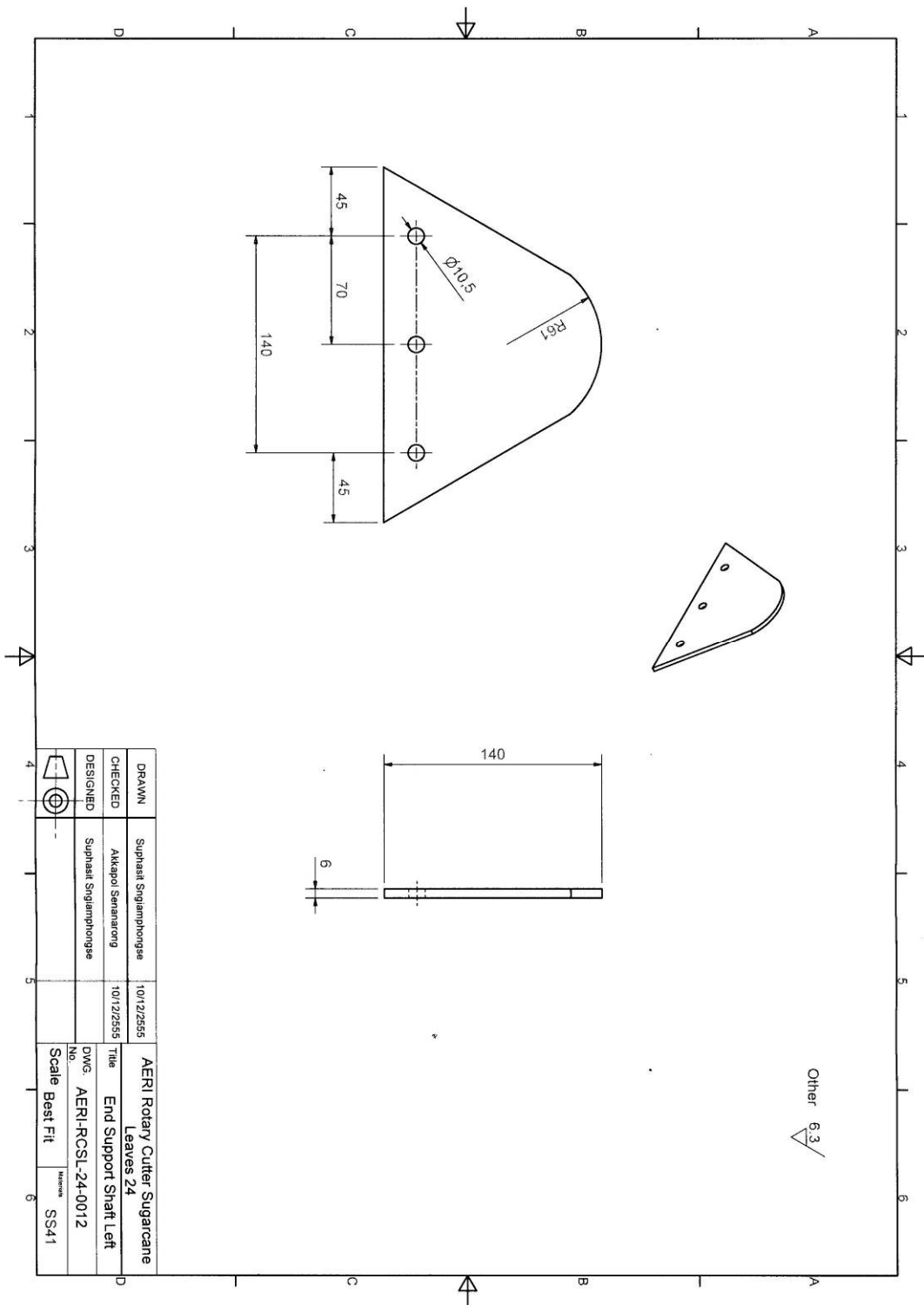
รูปผนวก 1ก.10 ชุดประกอบแขนกระโจมนบน



รูปผนวก 1ก.11 แขนกระโจมบน

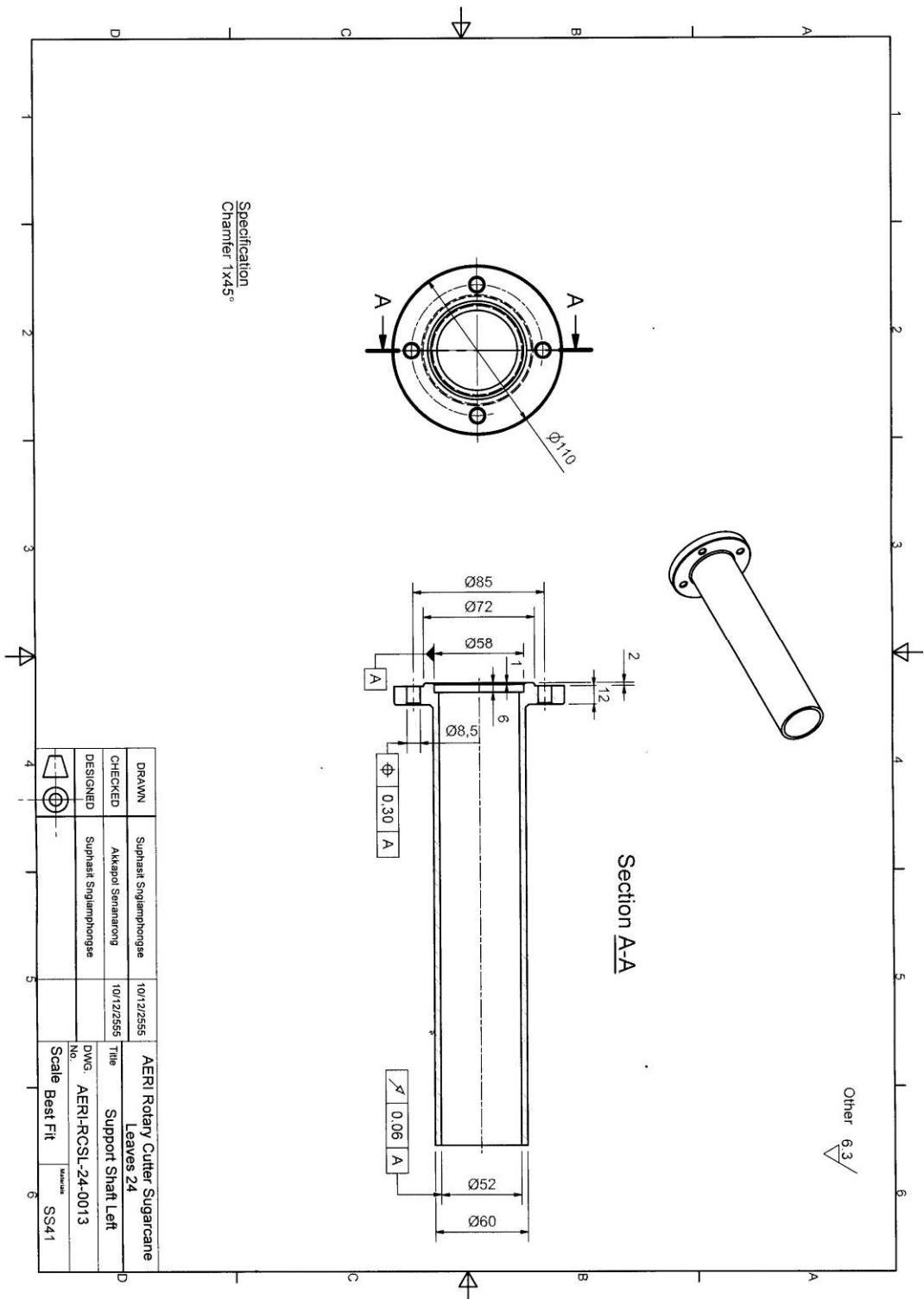


รูปผนวก 1ก.12 บุชแขนกระโโจมบน

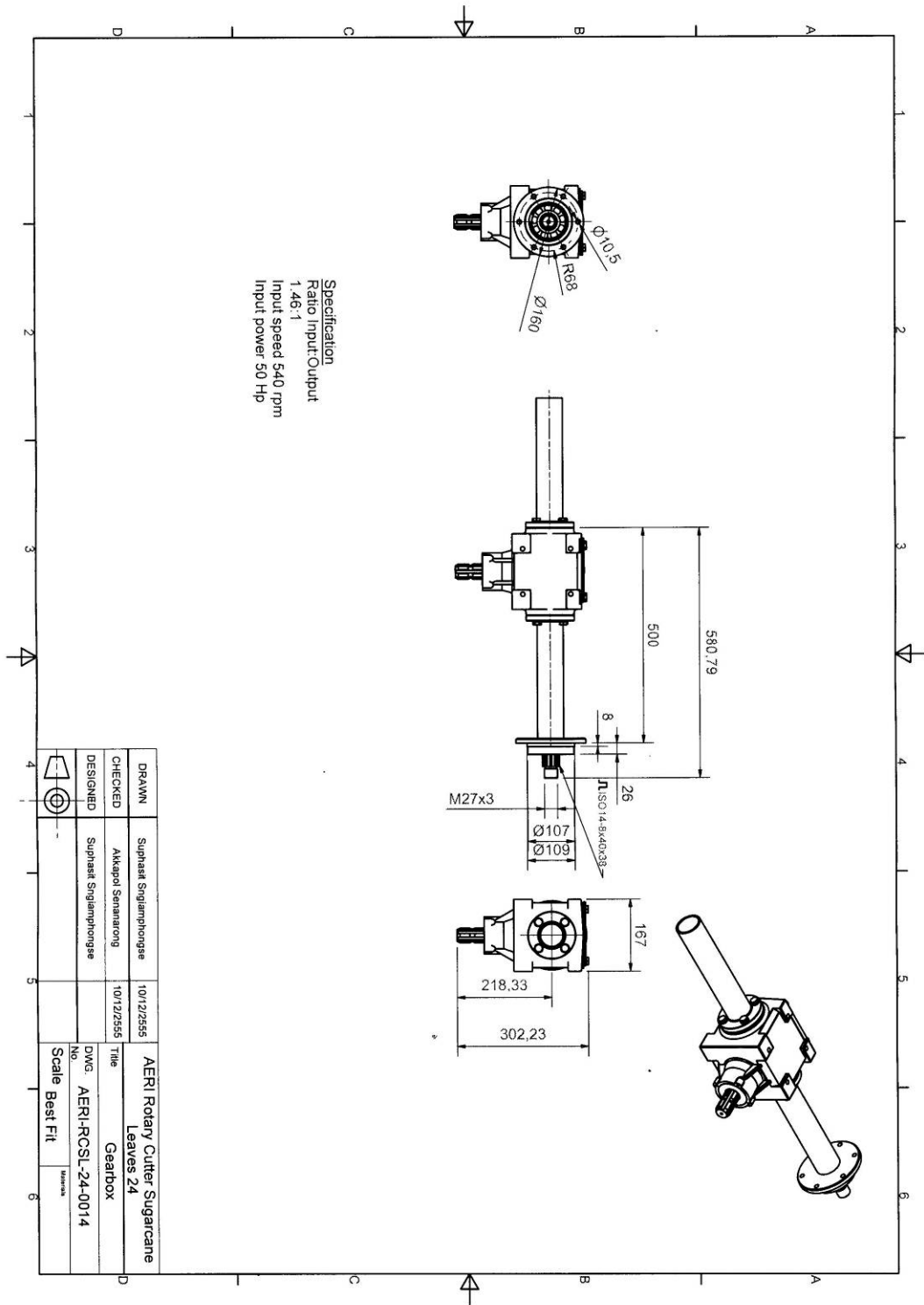


| | | | |
|----------|------------------------|-------------|---|
| DRAWN | Suphant Singlamphongse | 101/12/2555 | AERI Rotary Cutter Sugarcane Leaves 24 |
| CHECKED | Akkapol Senararong | 101/12/2555 | |
| DESIGNED | Suphant Singlamphongse | | End Support Shaft Left |
| | | DWG. No. | AERI-RCSL-24-0012 |
| | | Scale | Best Fit |
| | | Material | SS41 |

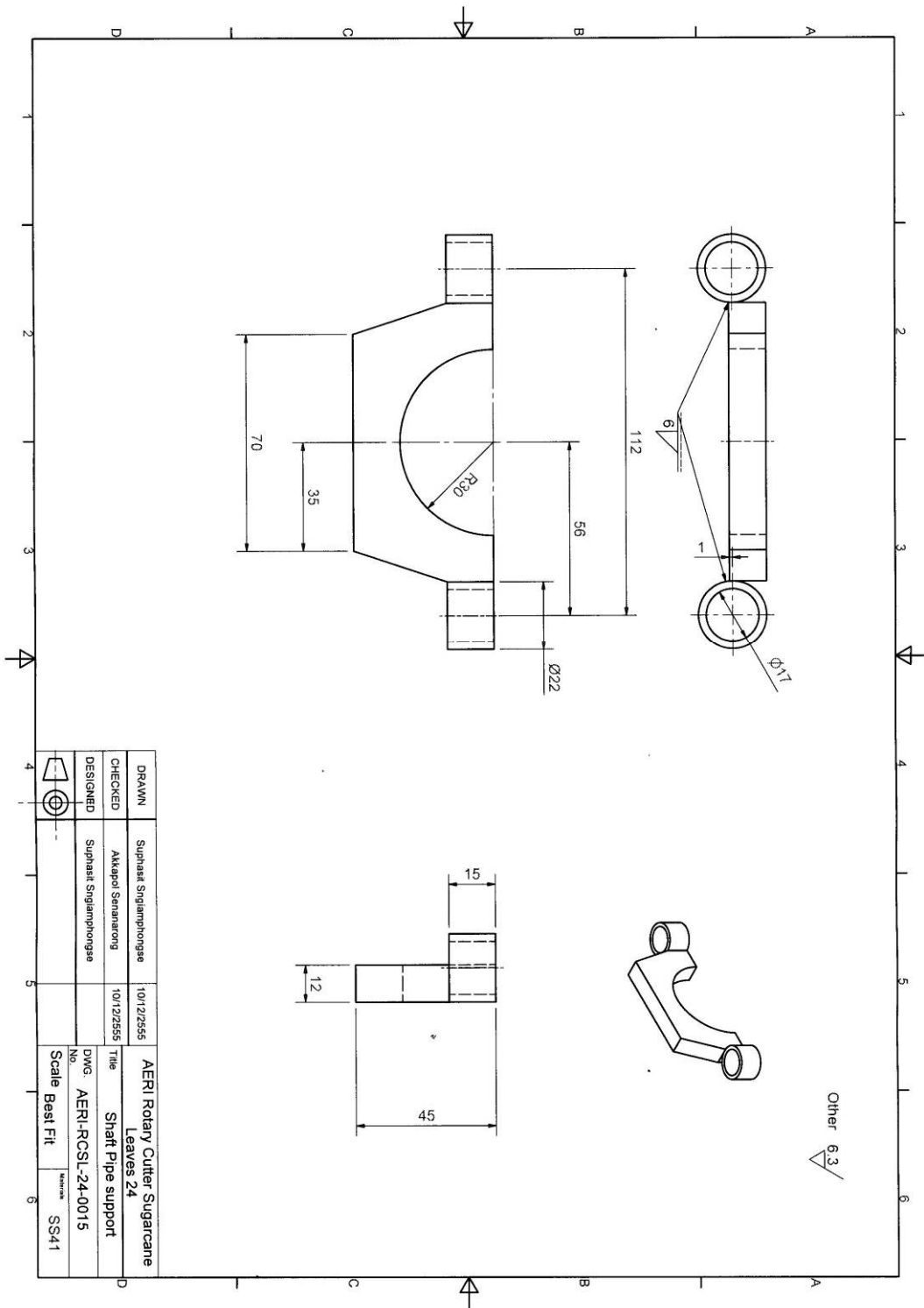
รูปผนวก 1ก.13 แผ่นประกบยึดหัวเกียร์ซ้าย



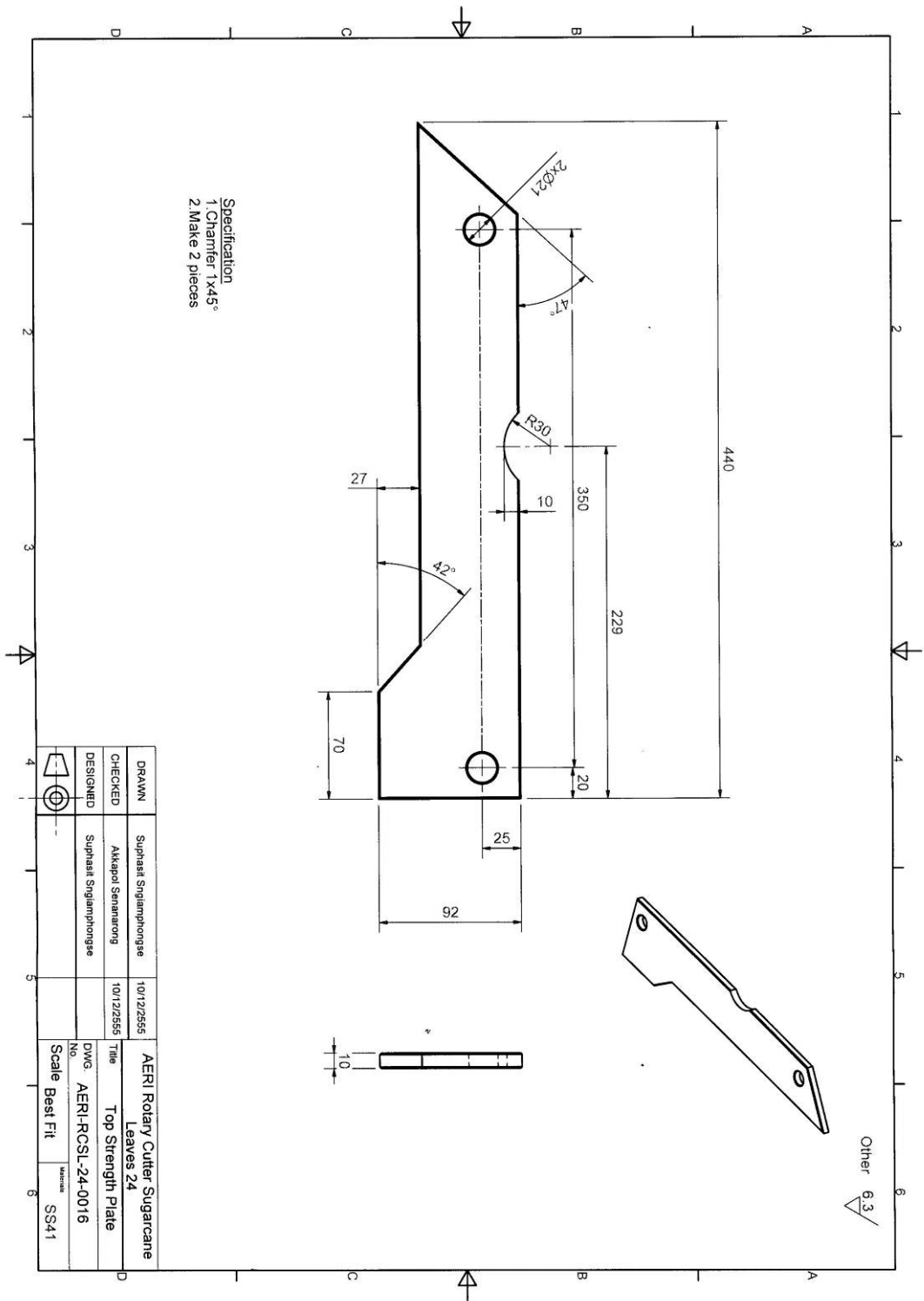
รูปผนวก 1ก.14 แขนยึดหัวเกียร์ซ้าย



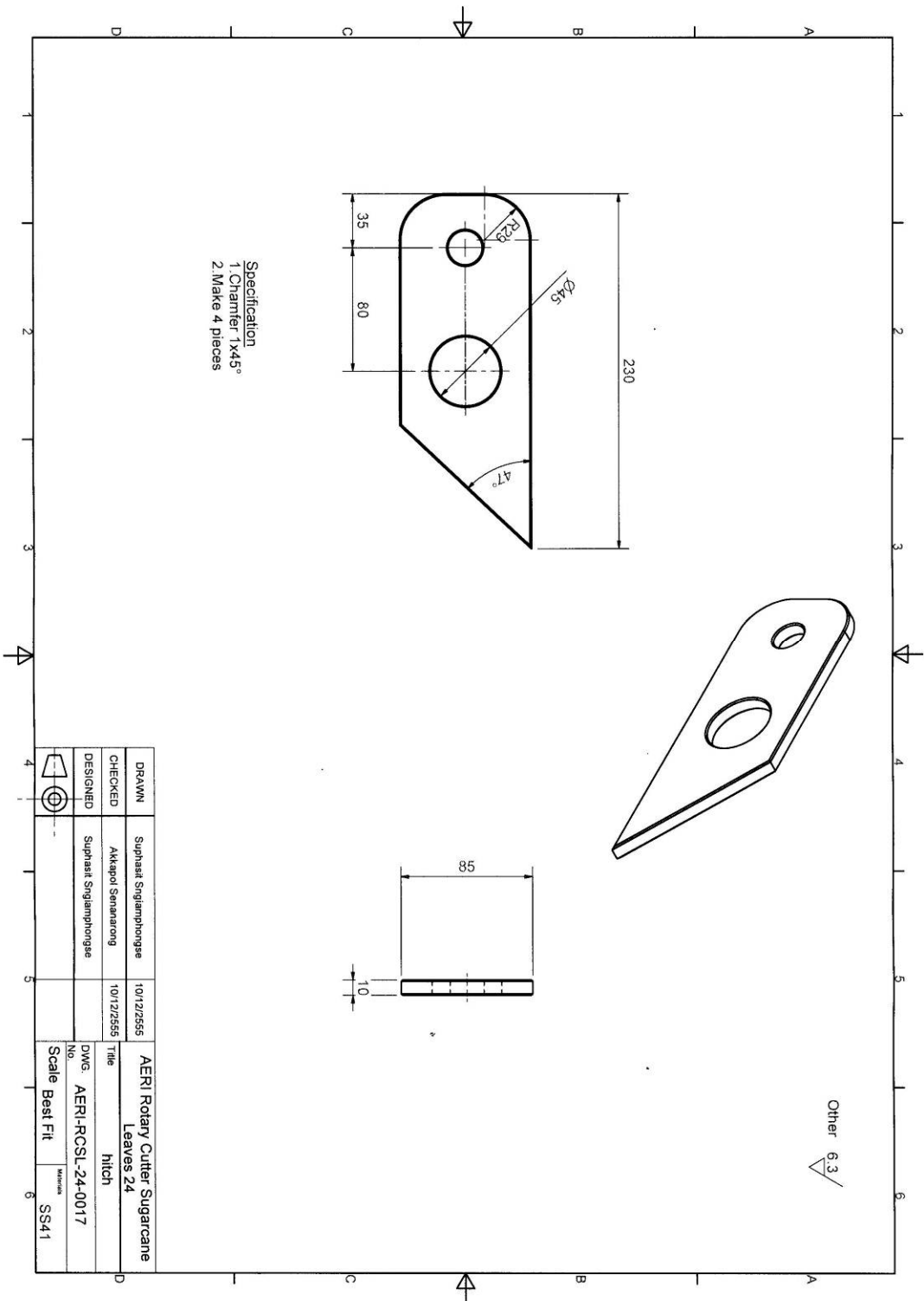
รูปผนวก 1ก.15 ชุดหัวเกียร์



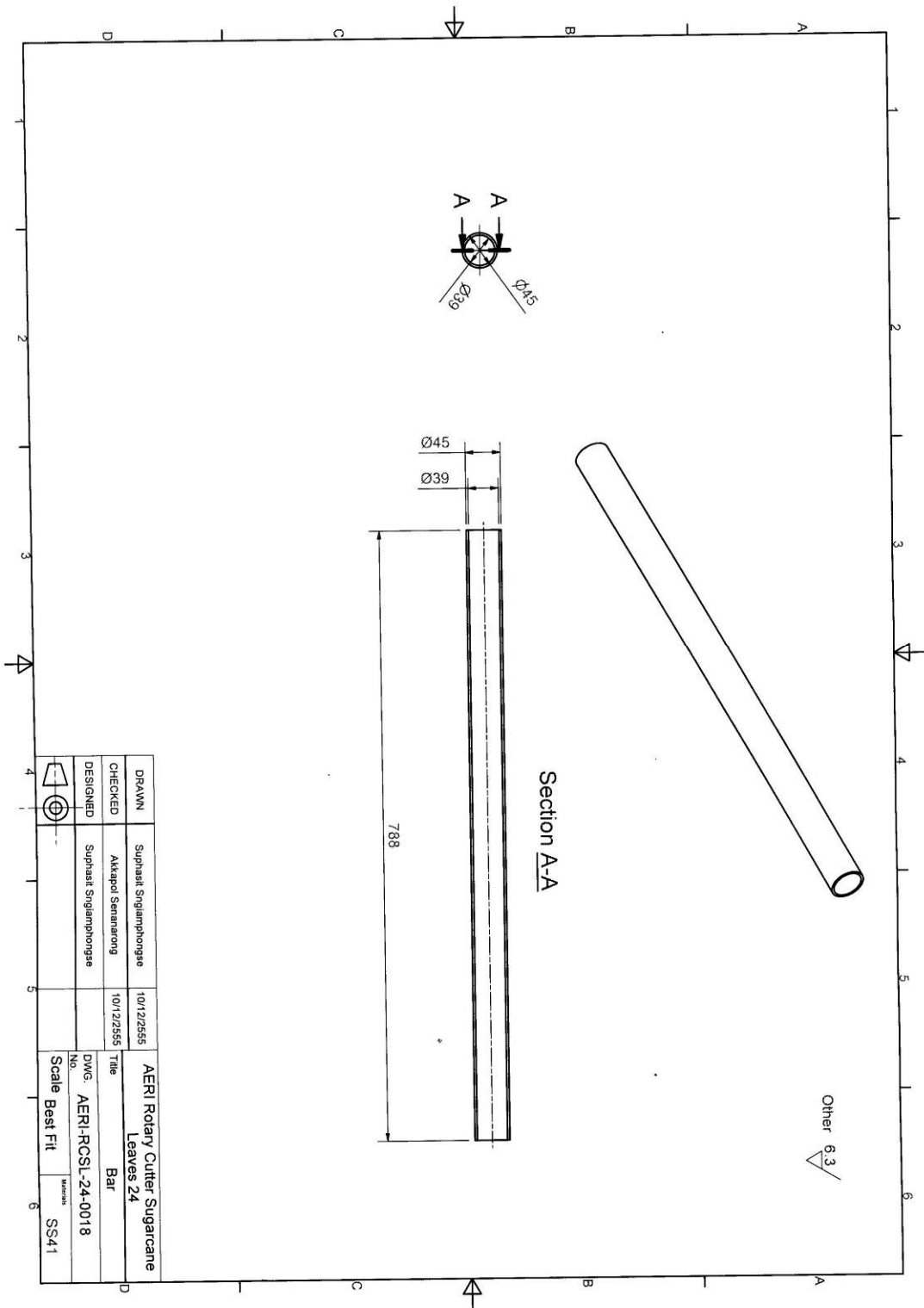
รูปผนวก 1ก.16 ชุดจับยึดแขนหัวเกียร์



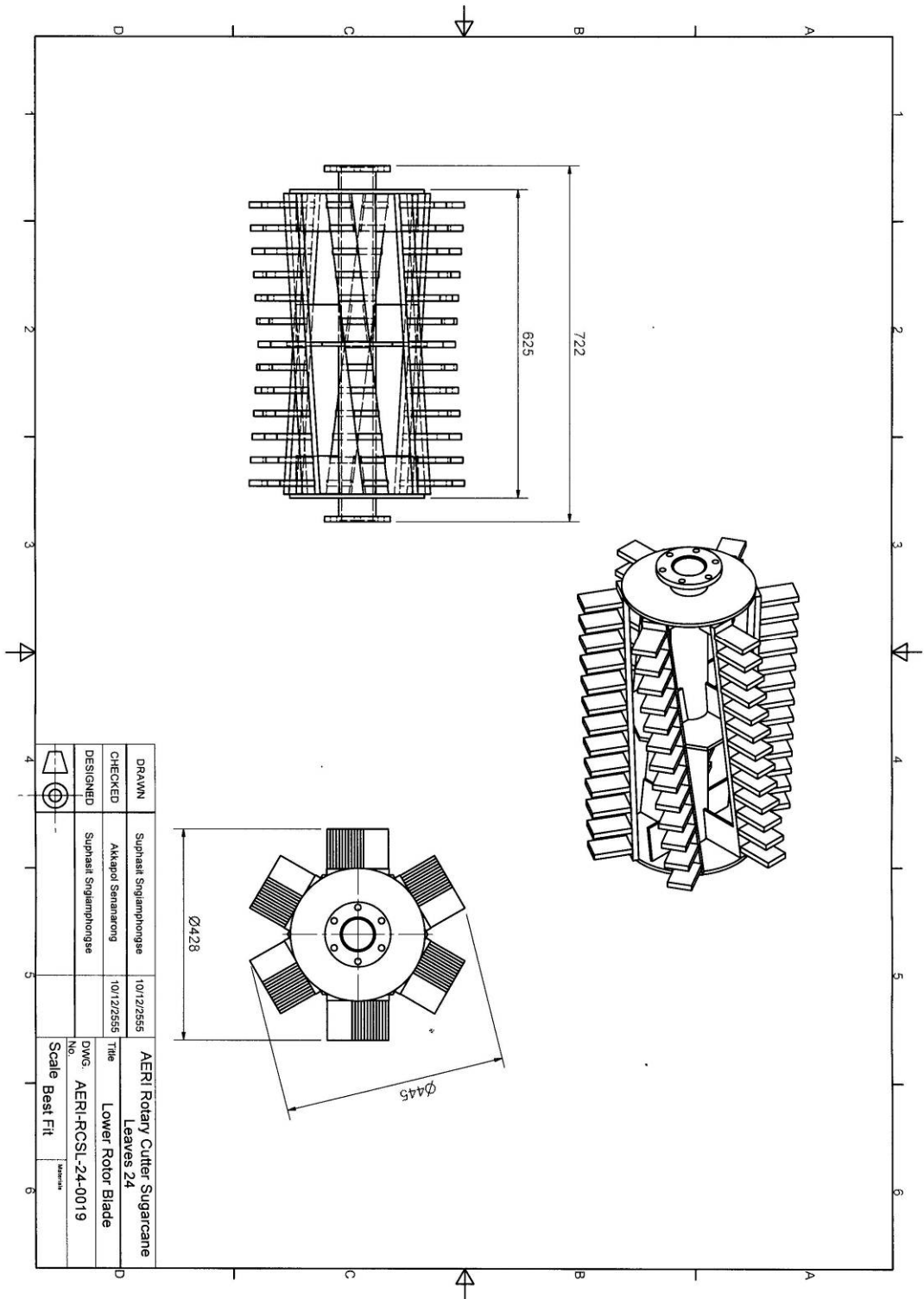
รูปผนวก 1ก.17 แผ่นเสริมความแข็งแรงฝaban



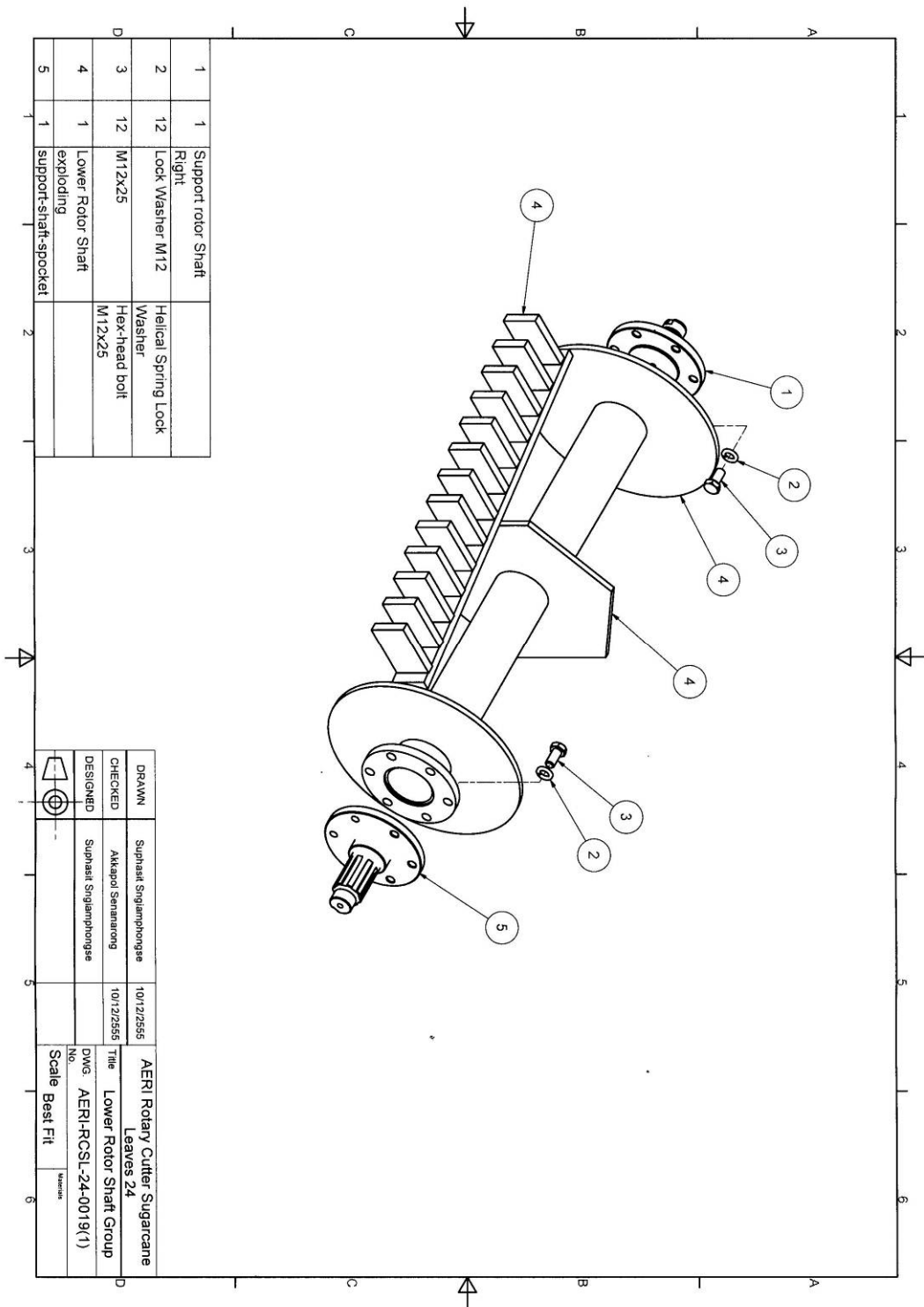
รูปผนวก 1ก.18 ชุดแขนยกล่าง



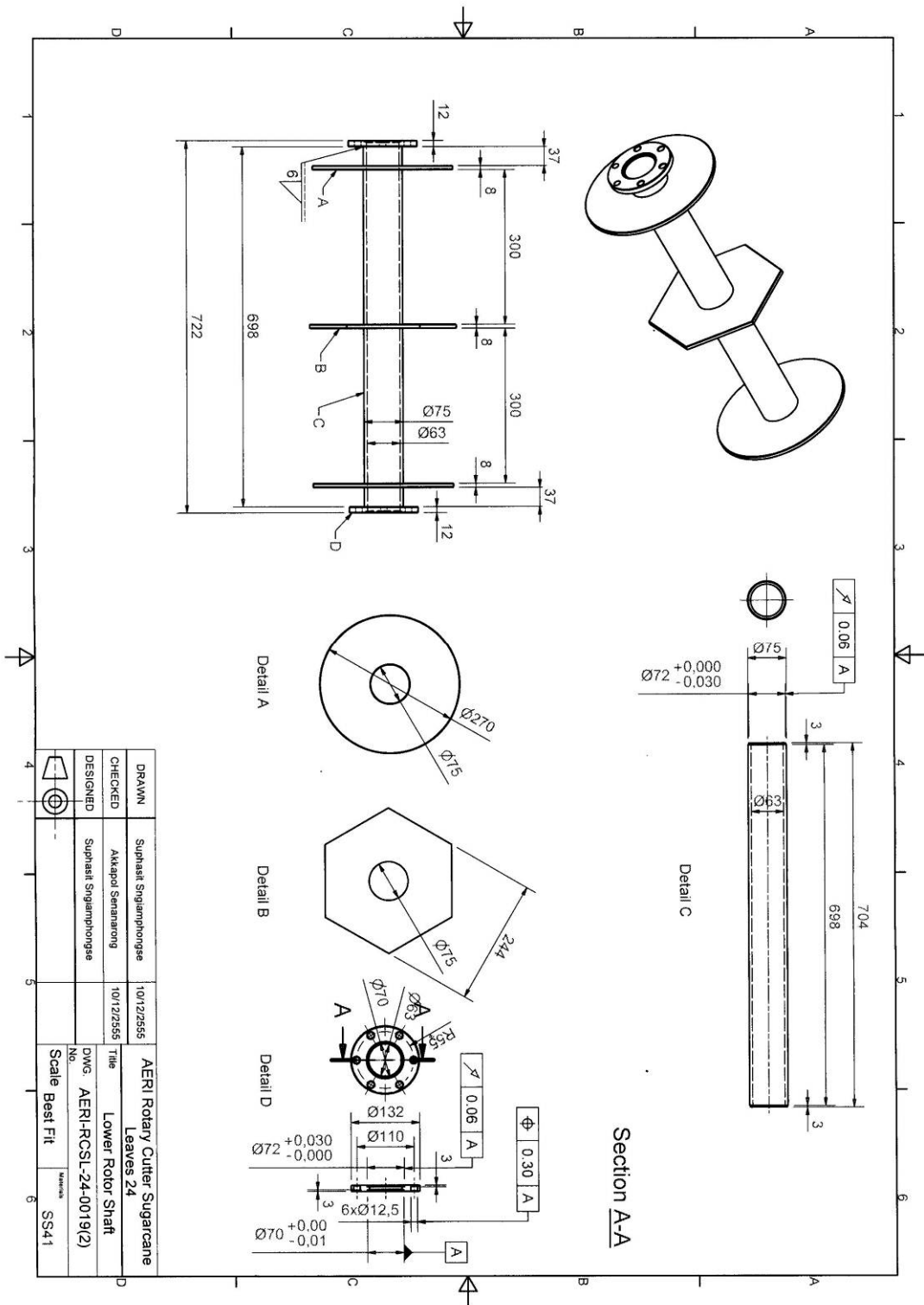
รูปผนวก 1ก.19 ท่อเสริมความแข็งแรงชุดแขนยกกลาง



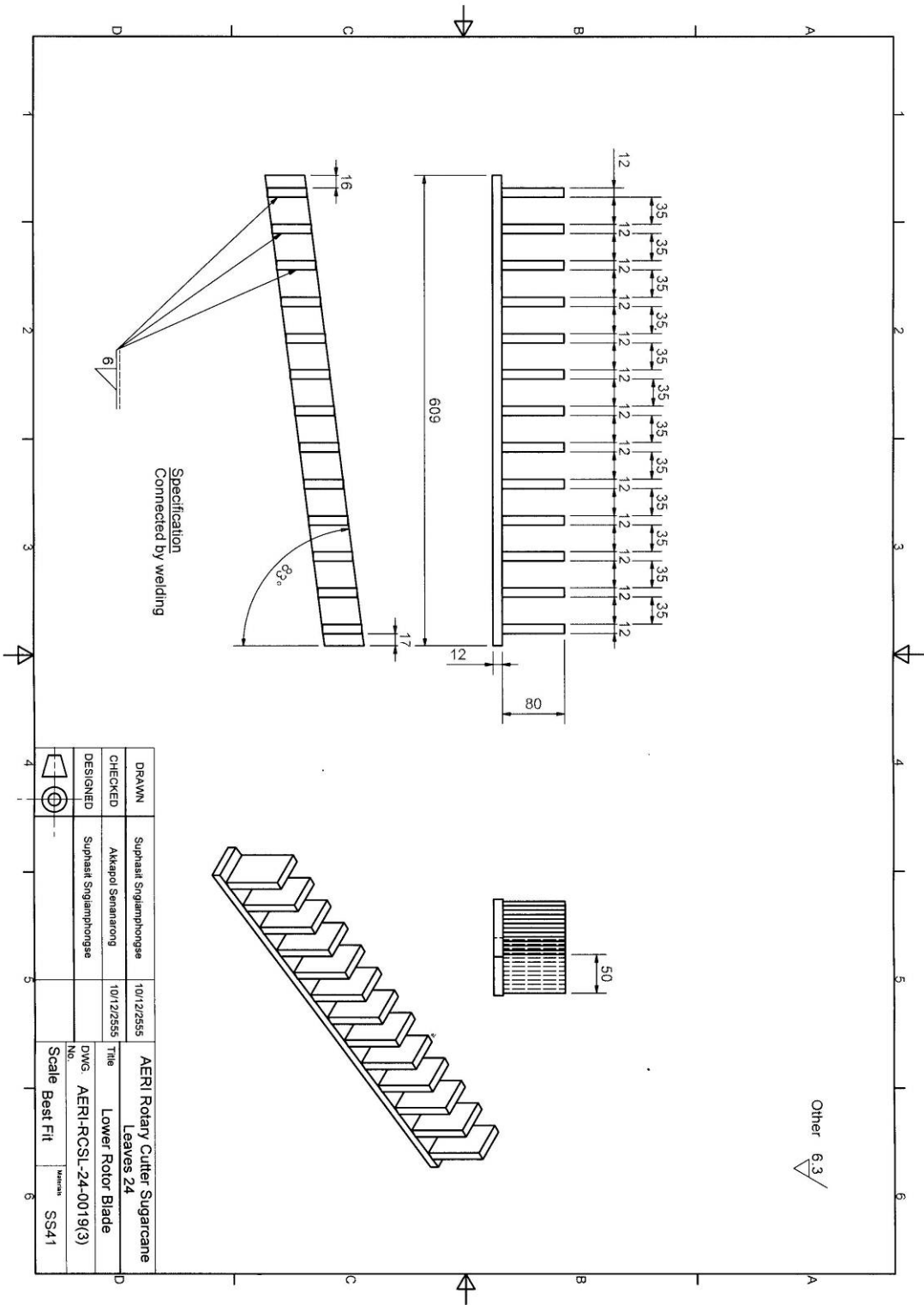
รูปผนวก 1ก.20 ชุดลูกตีล่าง



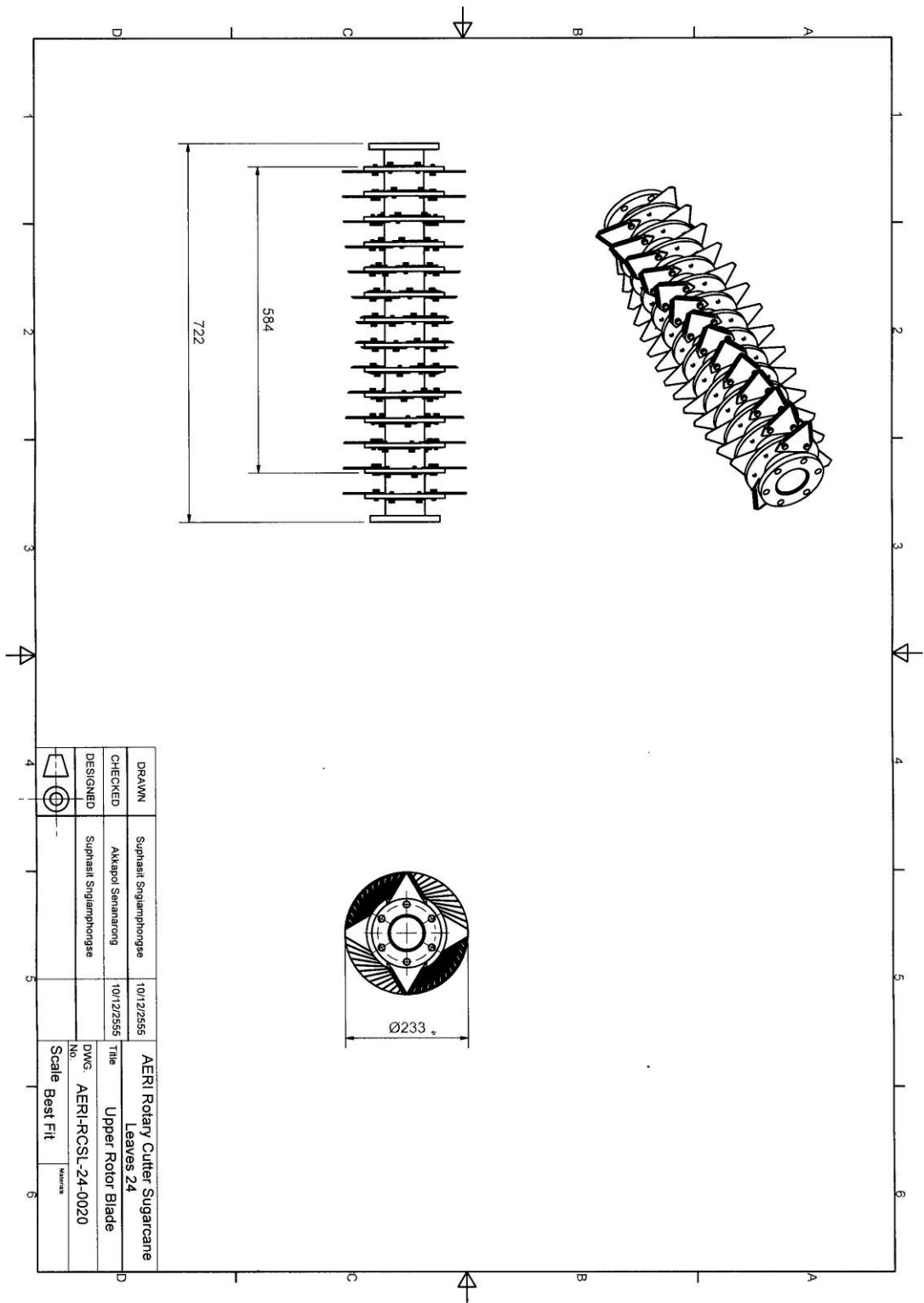
รูปผนวก 1ก.21 ชุดประกอบลูกตี่ล่าง



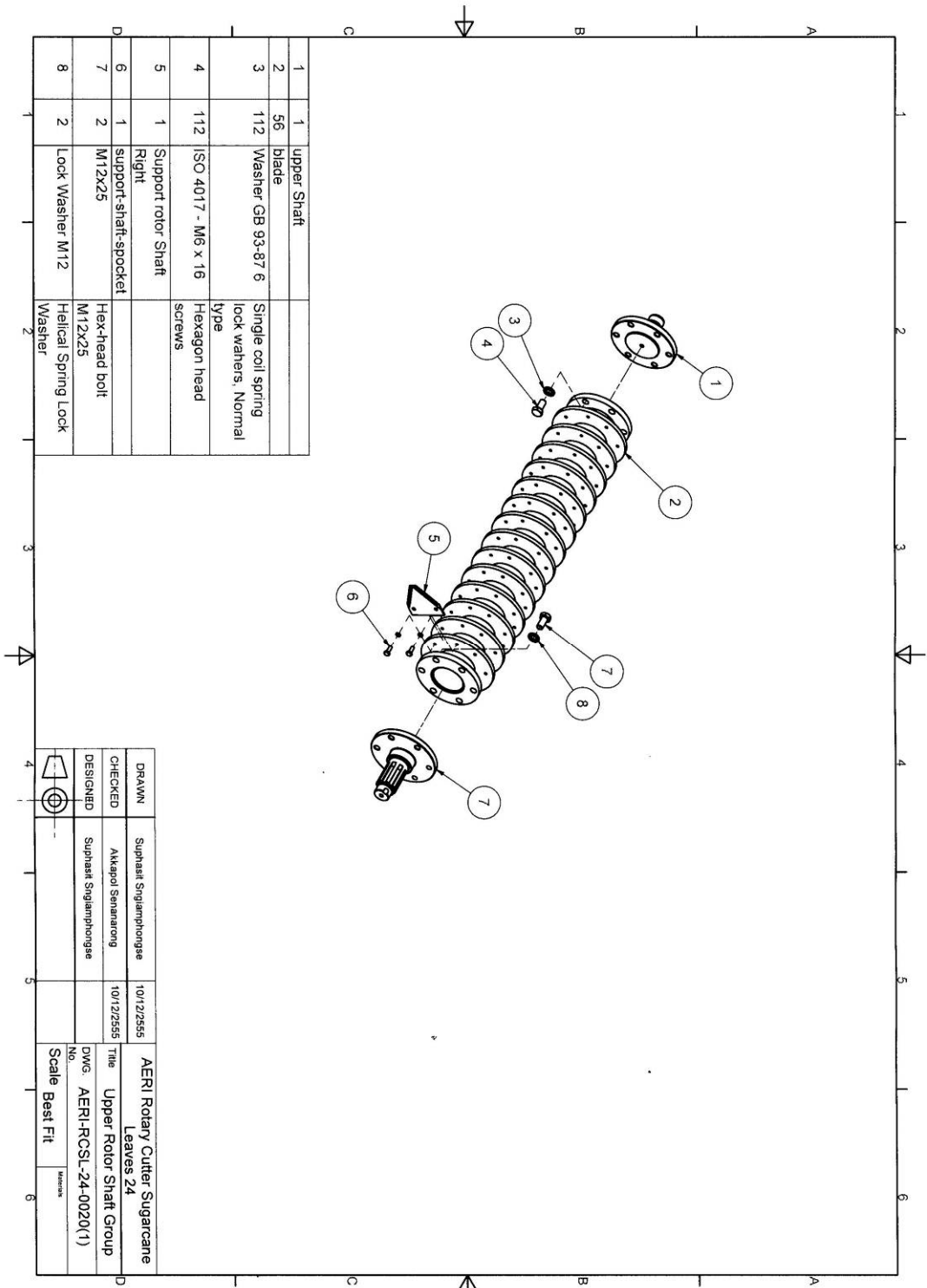
รูปผนวก 1ก.22 ชุดชิ้นส่วนลูกตี่ล่าง



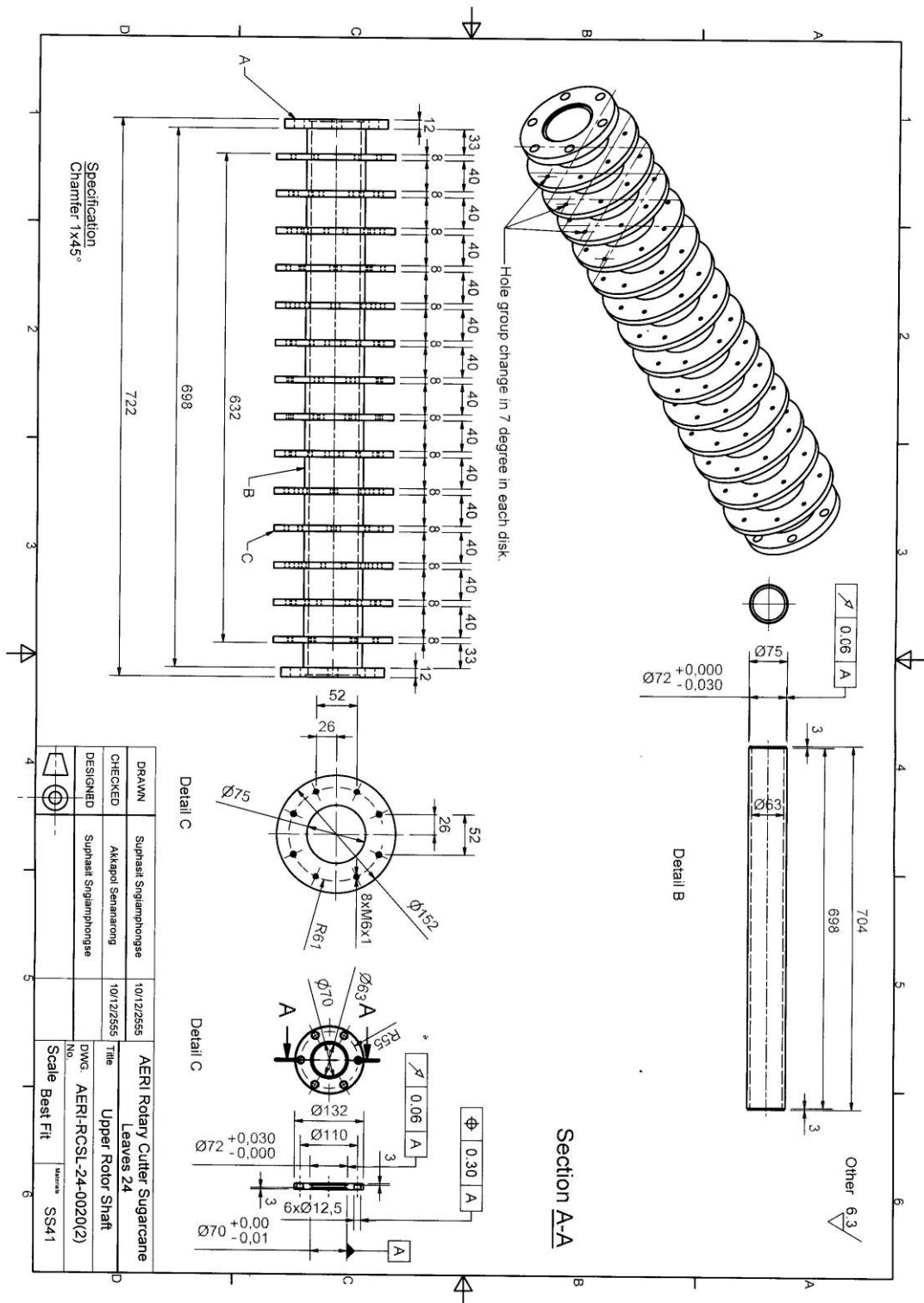
รูปผนวก 1ก.23 ชุดฟันลูกตีล่าง



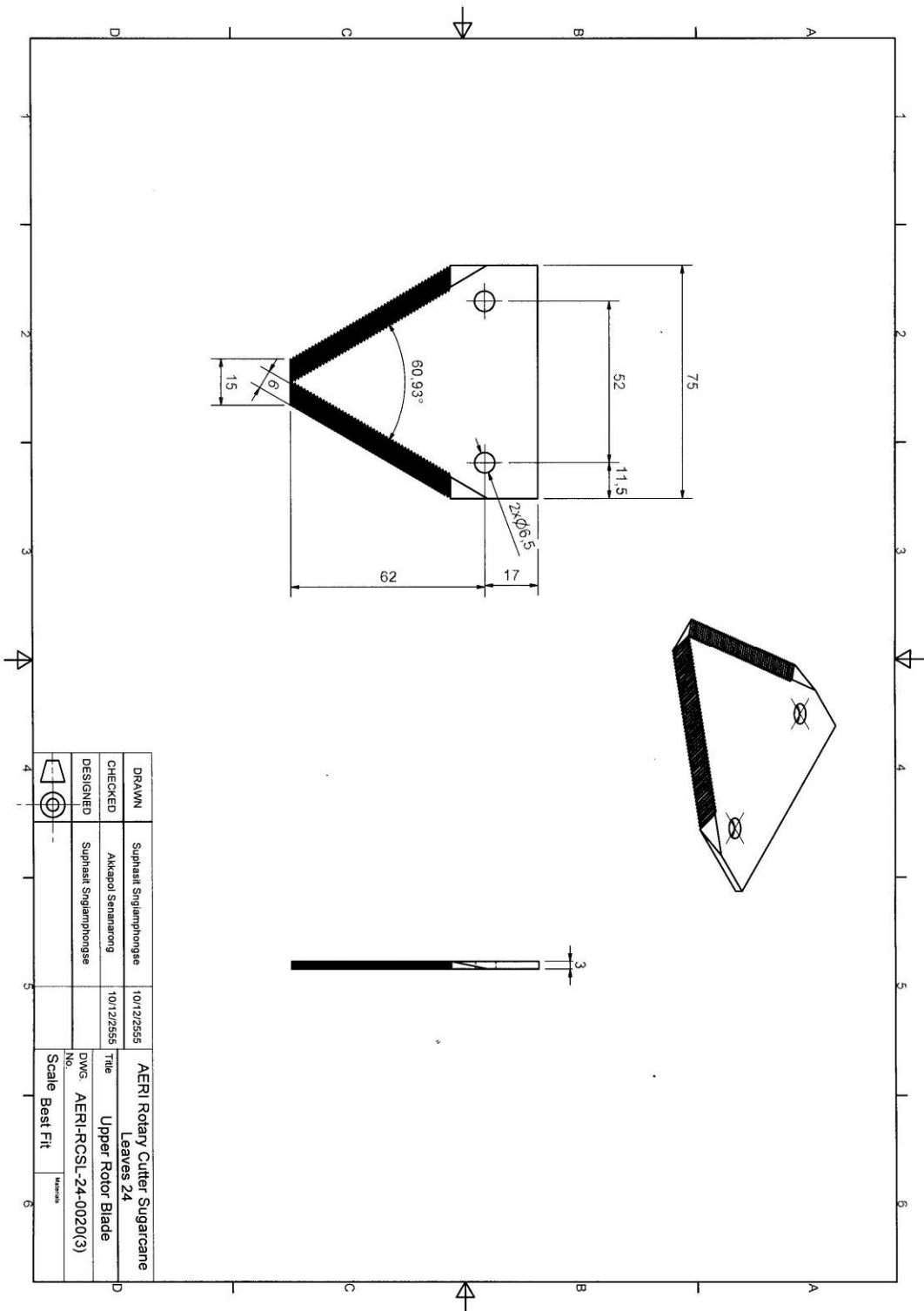
รูปผนวก 1ก.24 ชุดลูกตัดบน



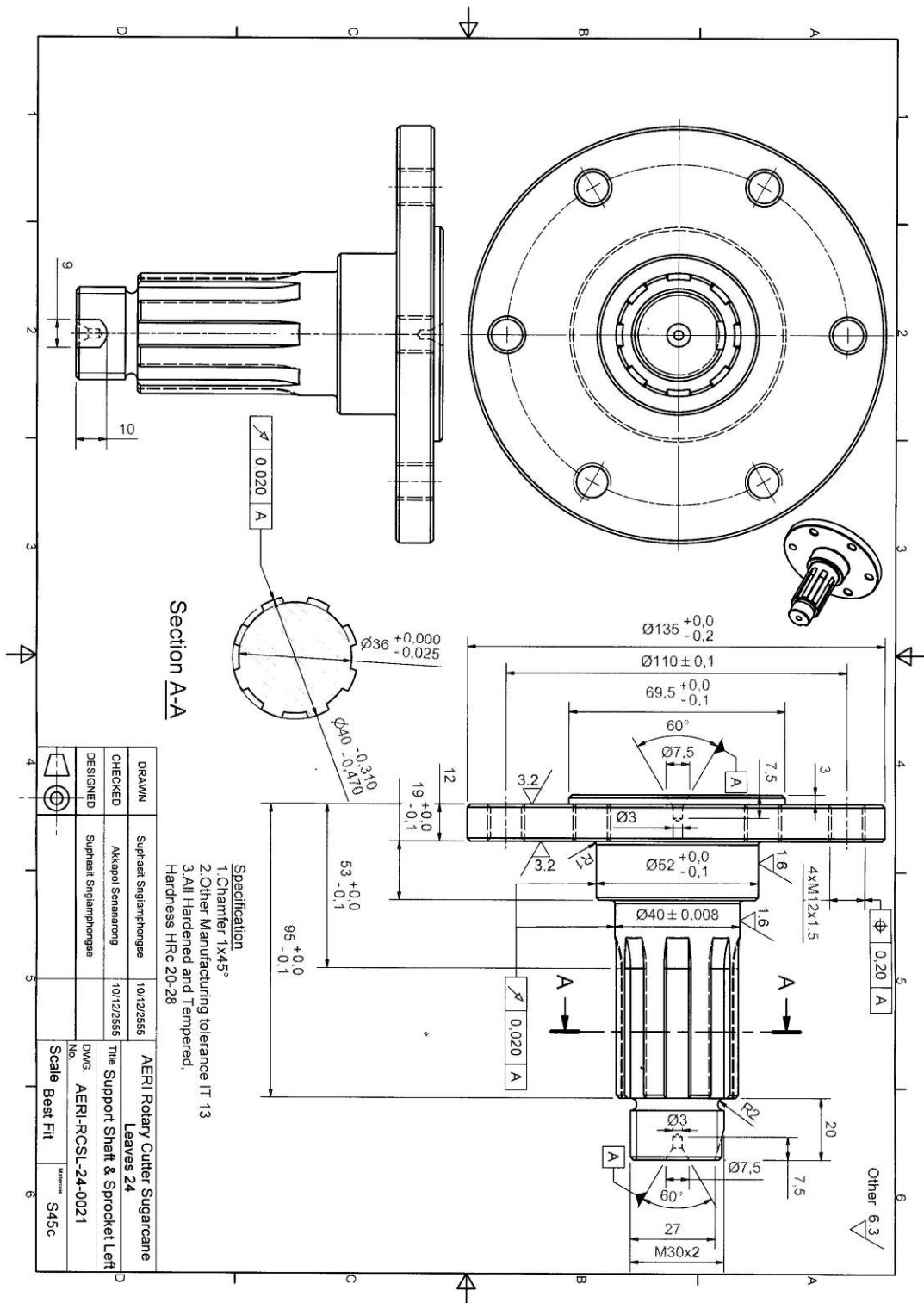
รูปผนวก 1ก.25 ชุดประกอบลูกตีบน



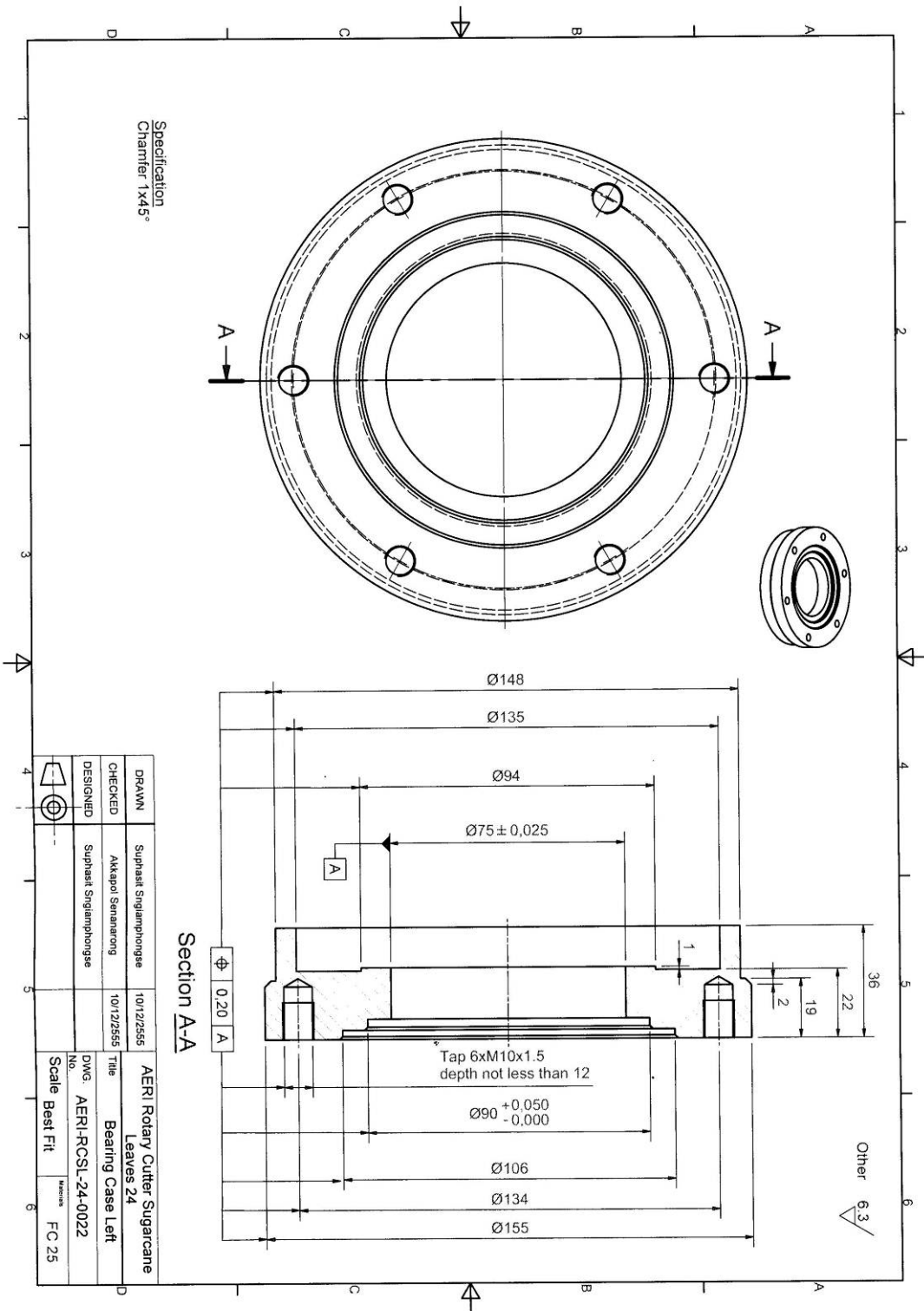
รูปผนวก 1ก.26 ชุดชิ้นส่วนลูกตีบน



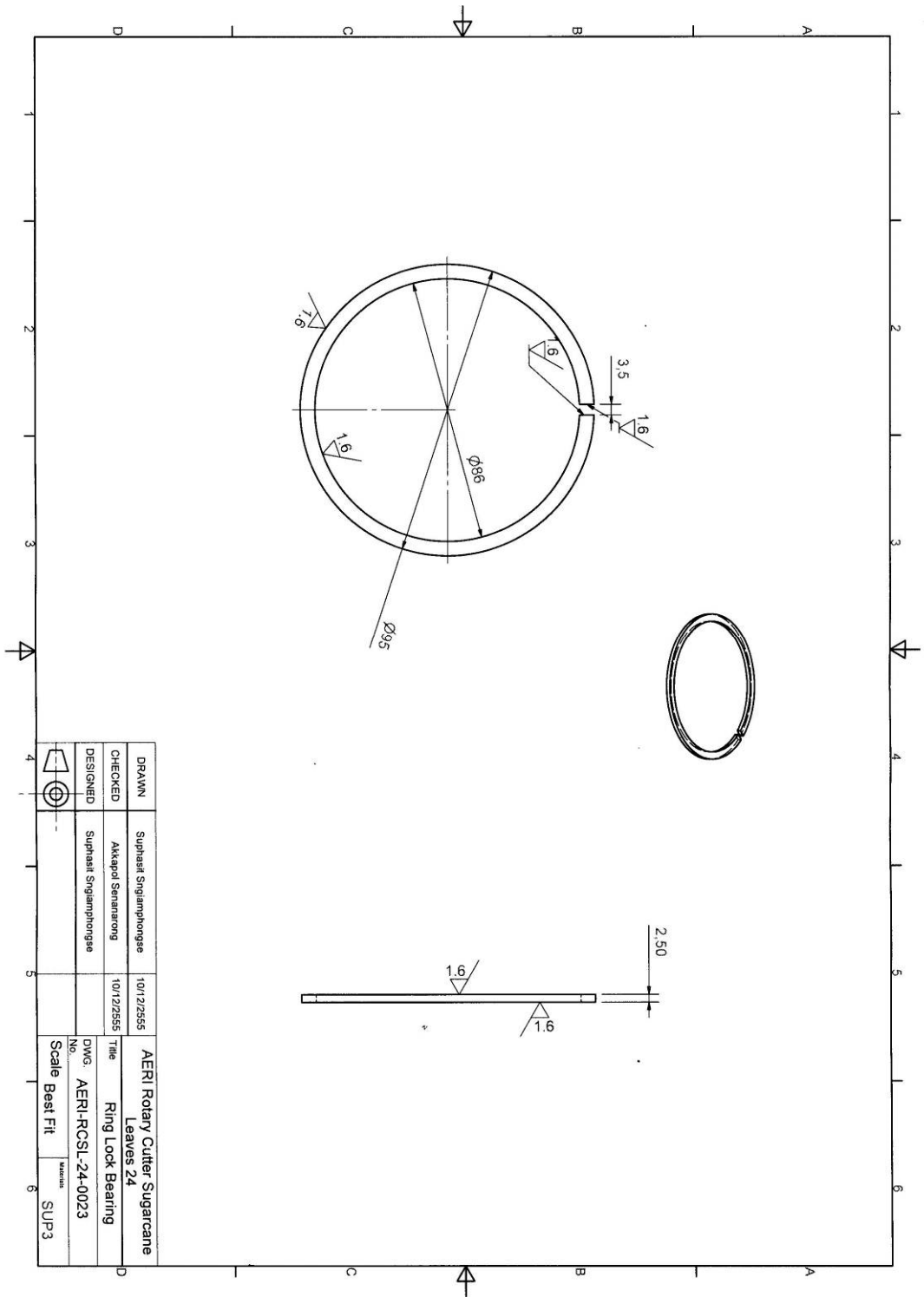
รูปผนวก 1ก.27 ใบมีดลูกตีบน



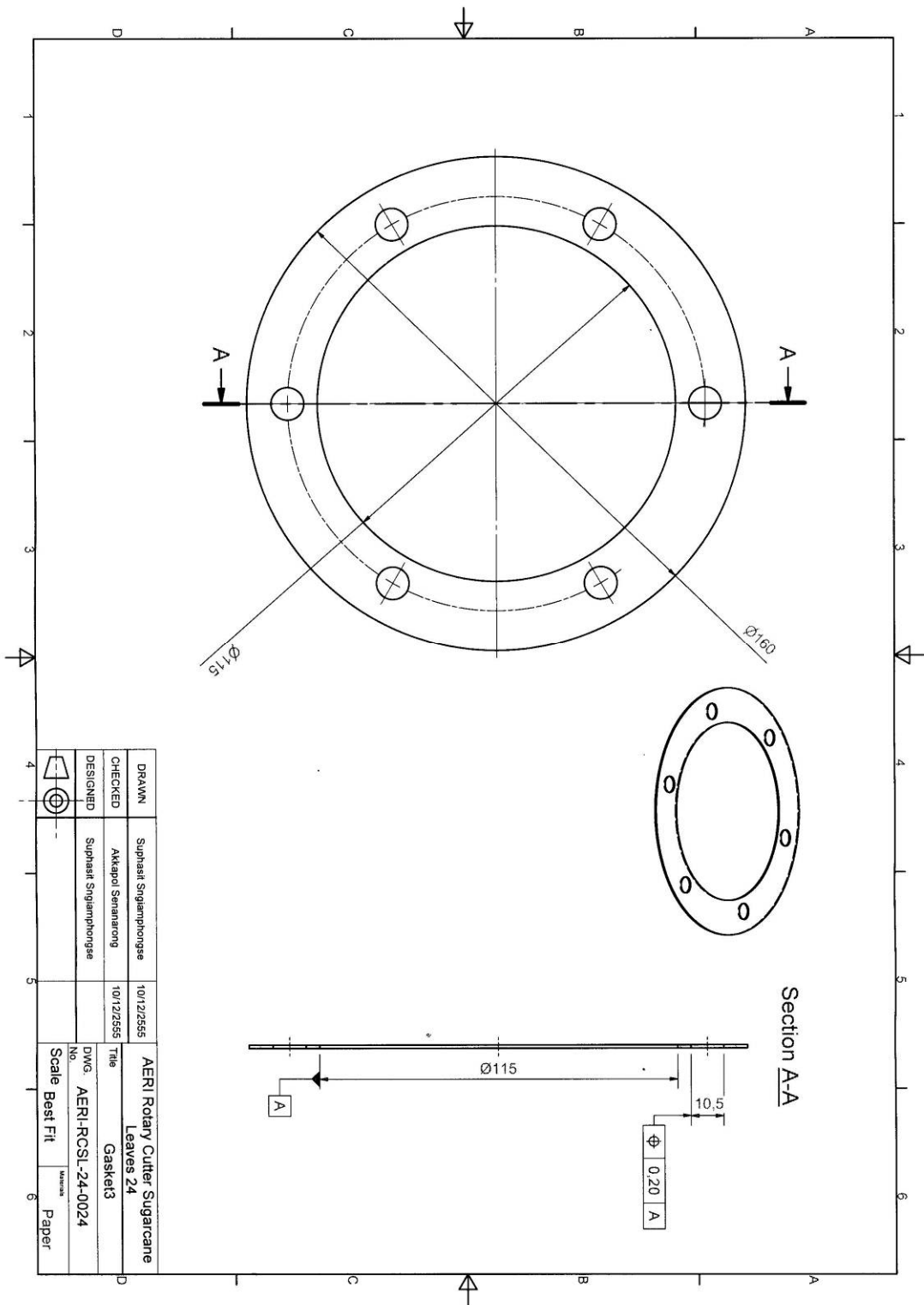
รูปผนวก 1ก.28 ชุดยึดเพลาลูกตี่ขวา



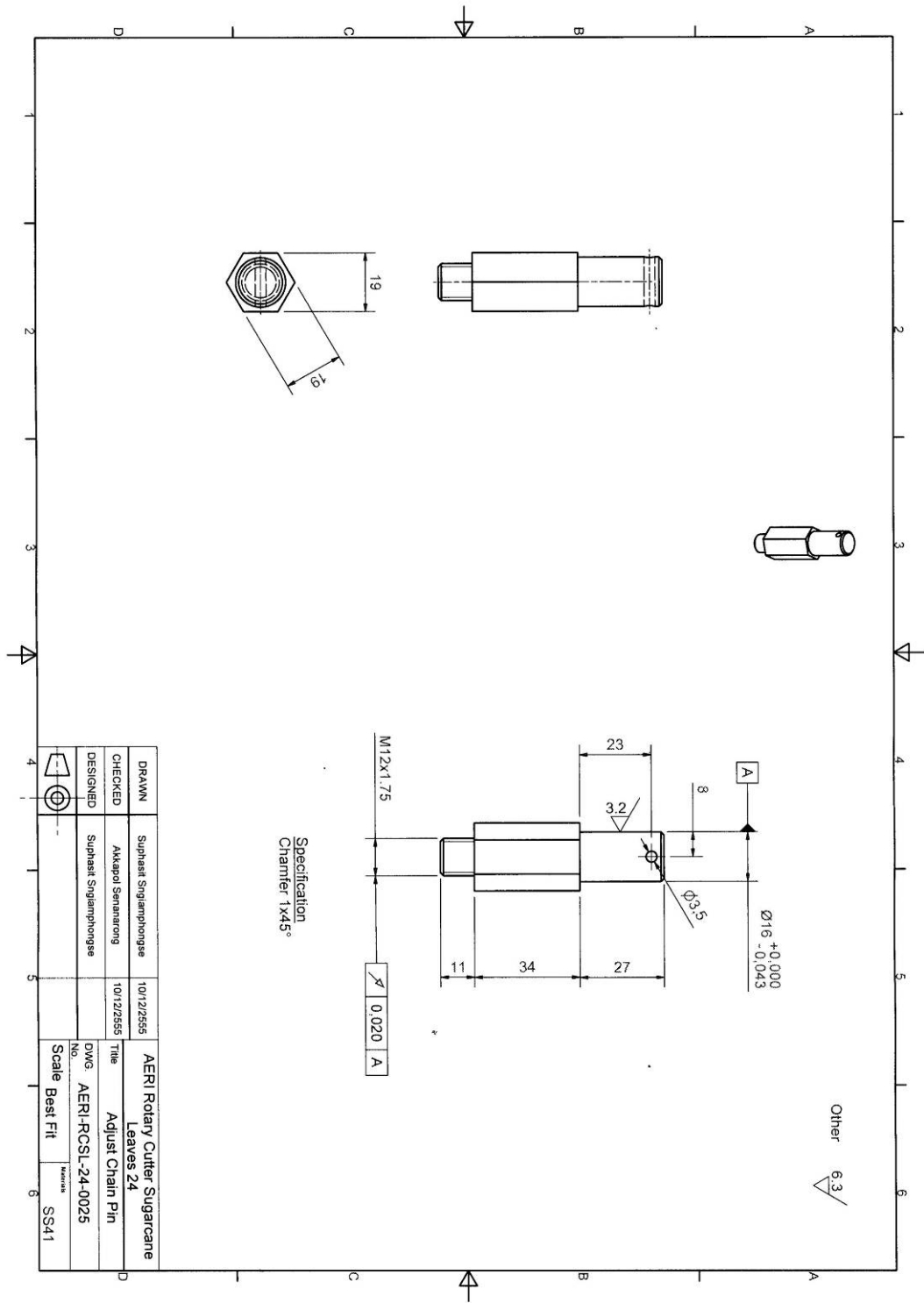
รูปผนวก 1ก.29 เสือลูกปืนในขวา



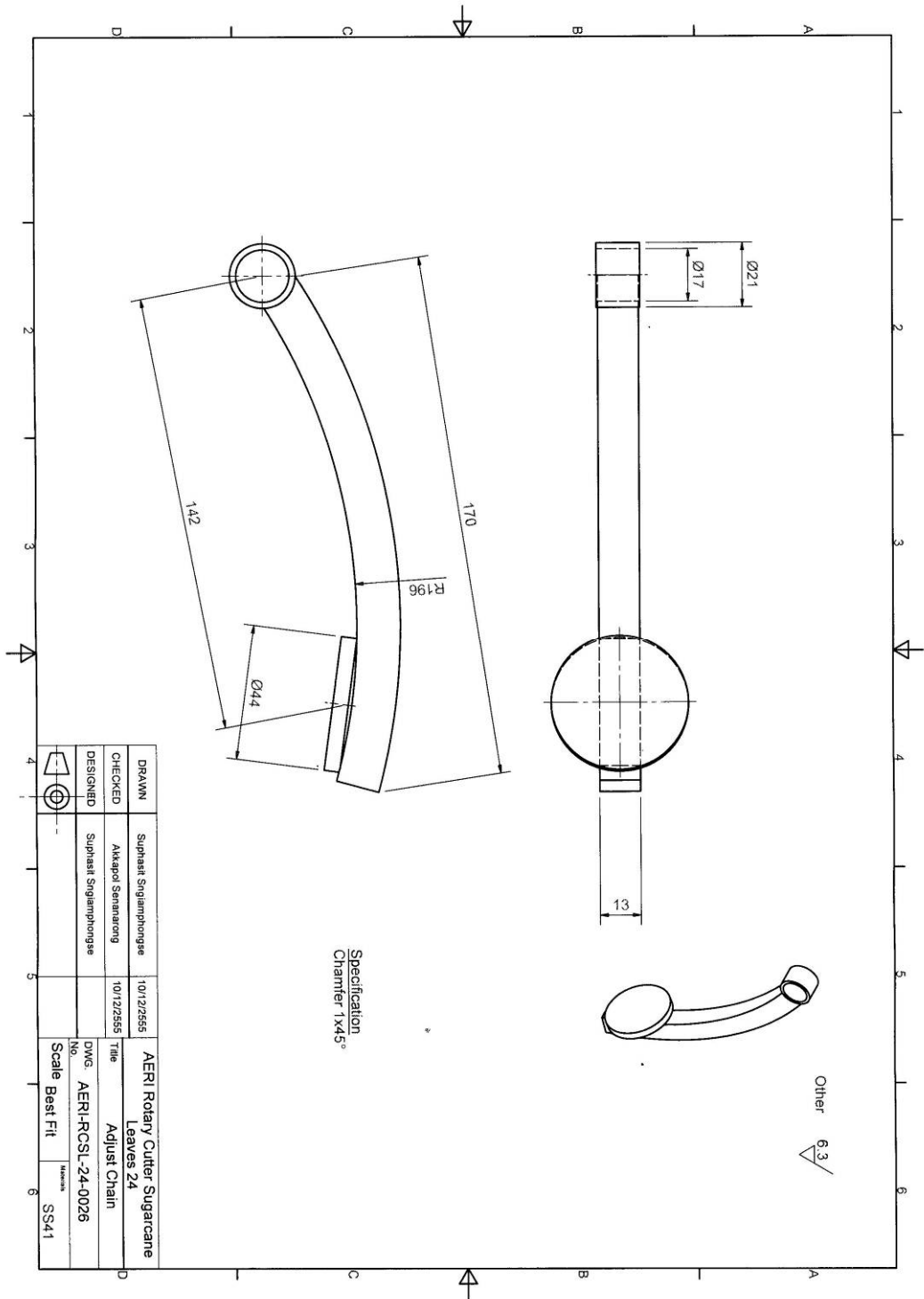
รูปผนวก 1ก.30 แหวนล๊อคลูกปืนในขวา



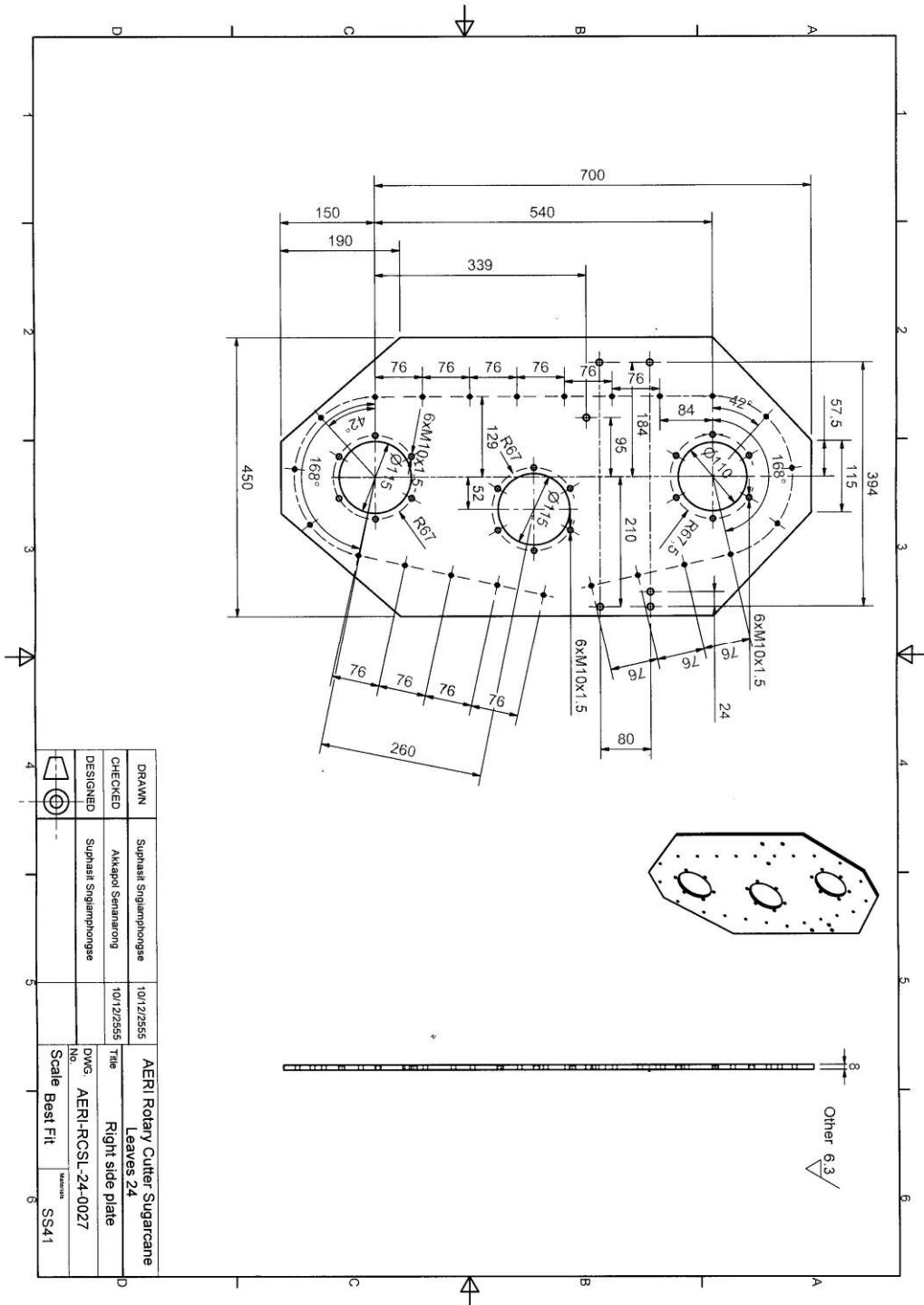
รูปผนวก 1ก.31 ปะเก็นลูกป็นในขวา



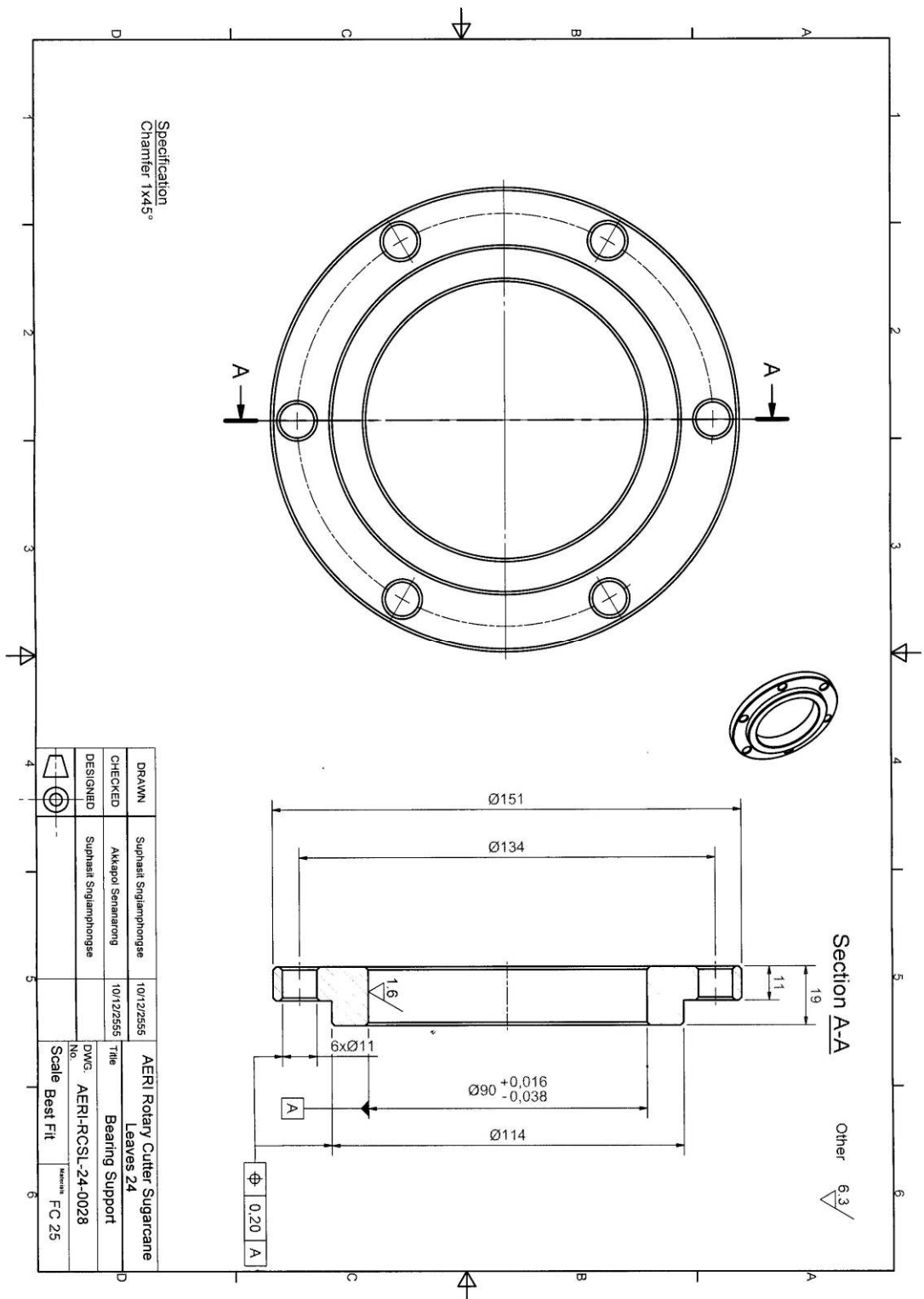
รูปผนวก 1ก.32 เพลายืดชุดปรับตั้งโซ่



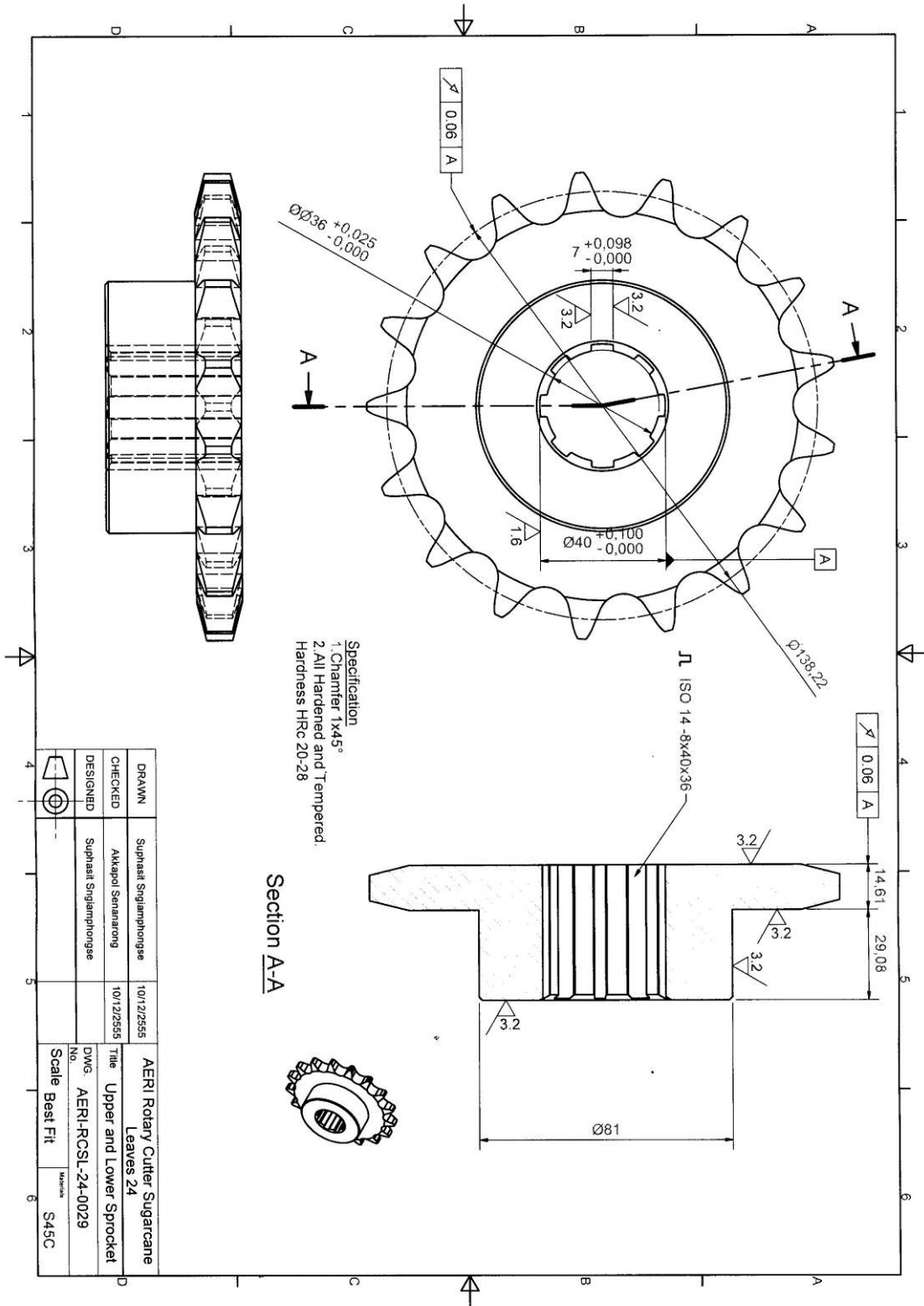
รูปผนวก 1ก.33 ชุดปรับตั้งโซ่



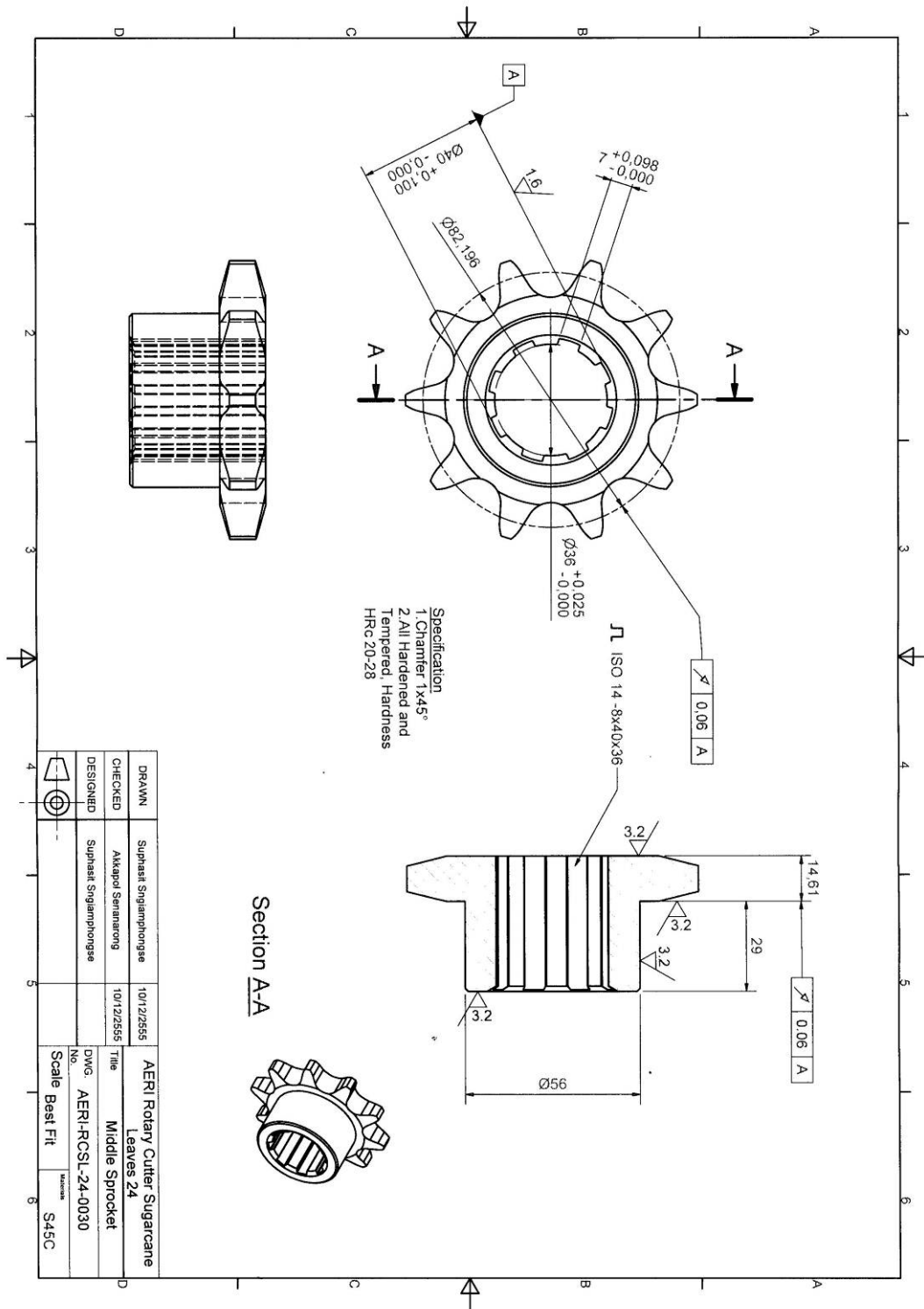
รูปผนวก 1ก.34 แผ่นข้างขวา



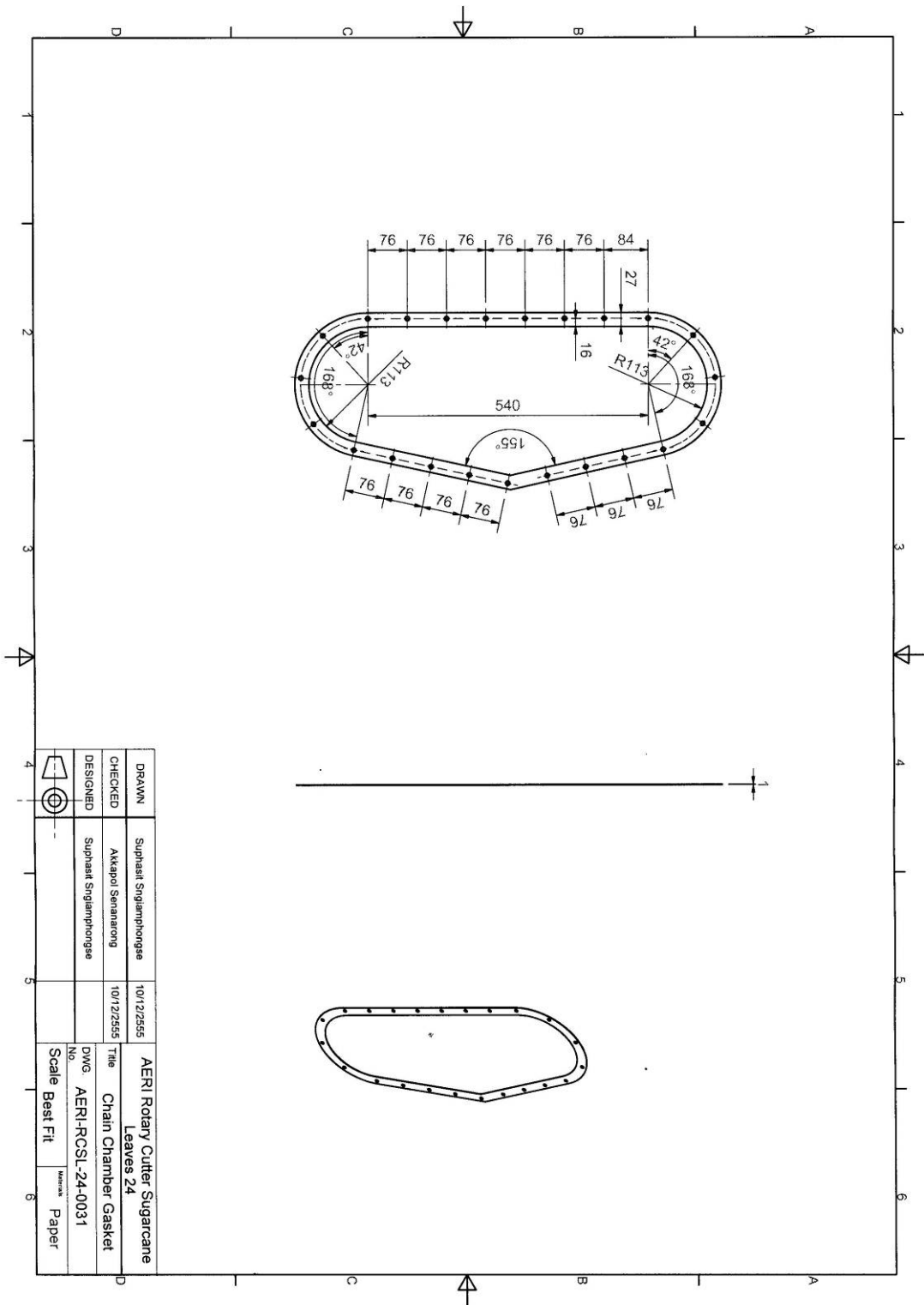
รูปผนวก 1ก.35 เสือลูกปืนนอกขวา



รูปผนวก 1ก.36 เฟืองโซ่บนและล่าง

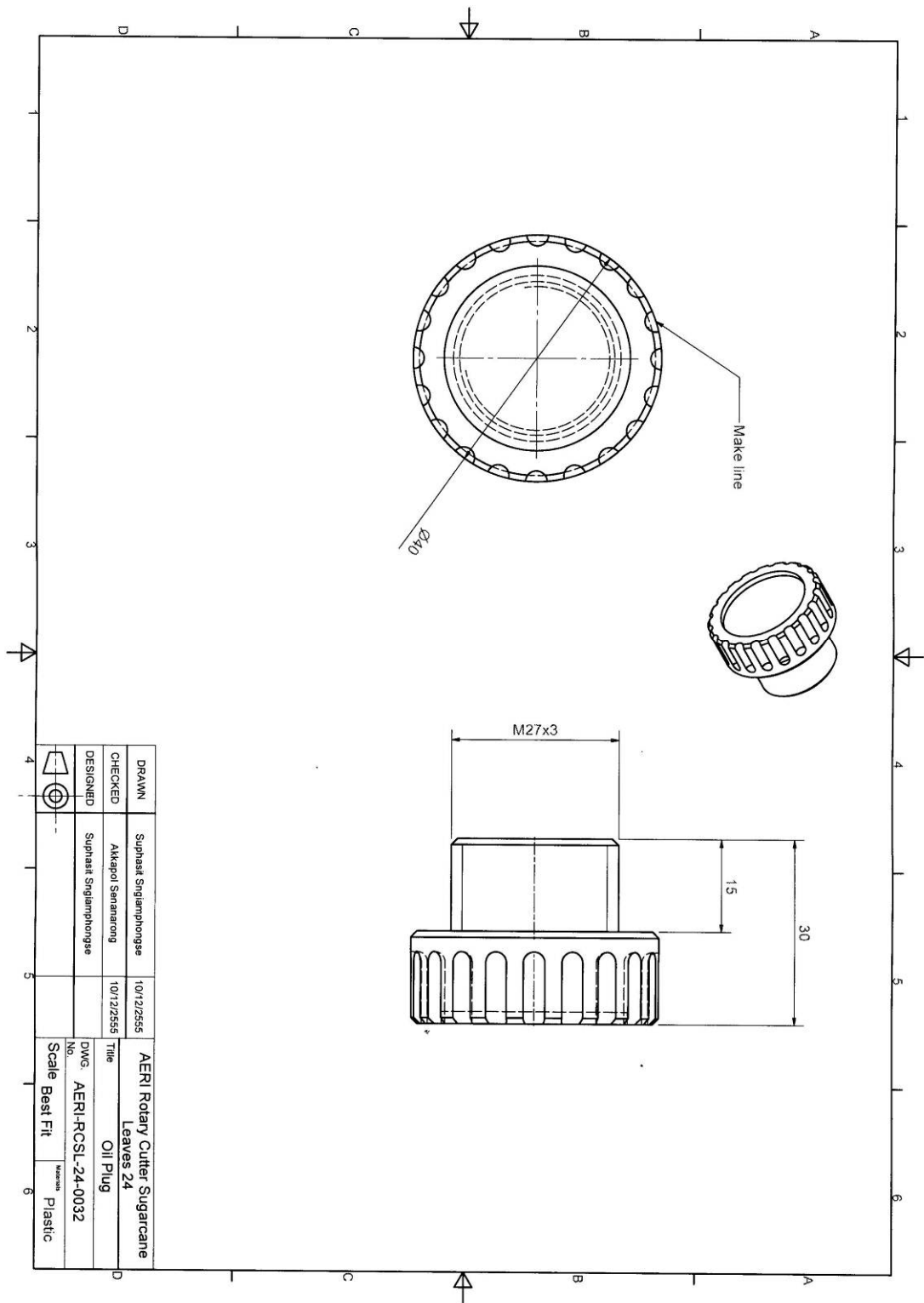


รูปผนวก 1ก.37 เฟืองใช้กลาง

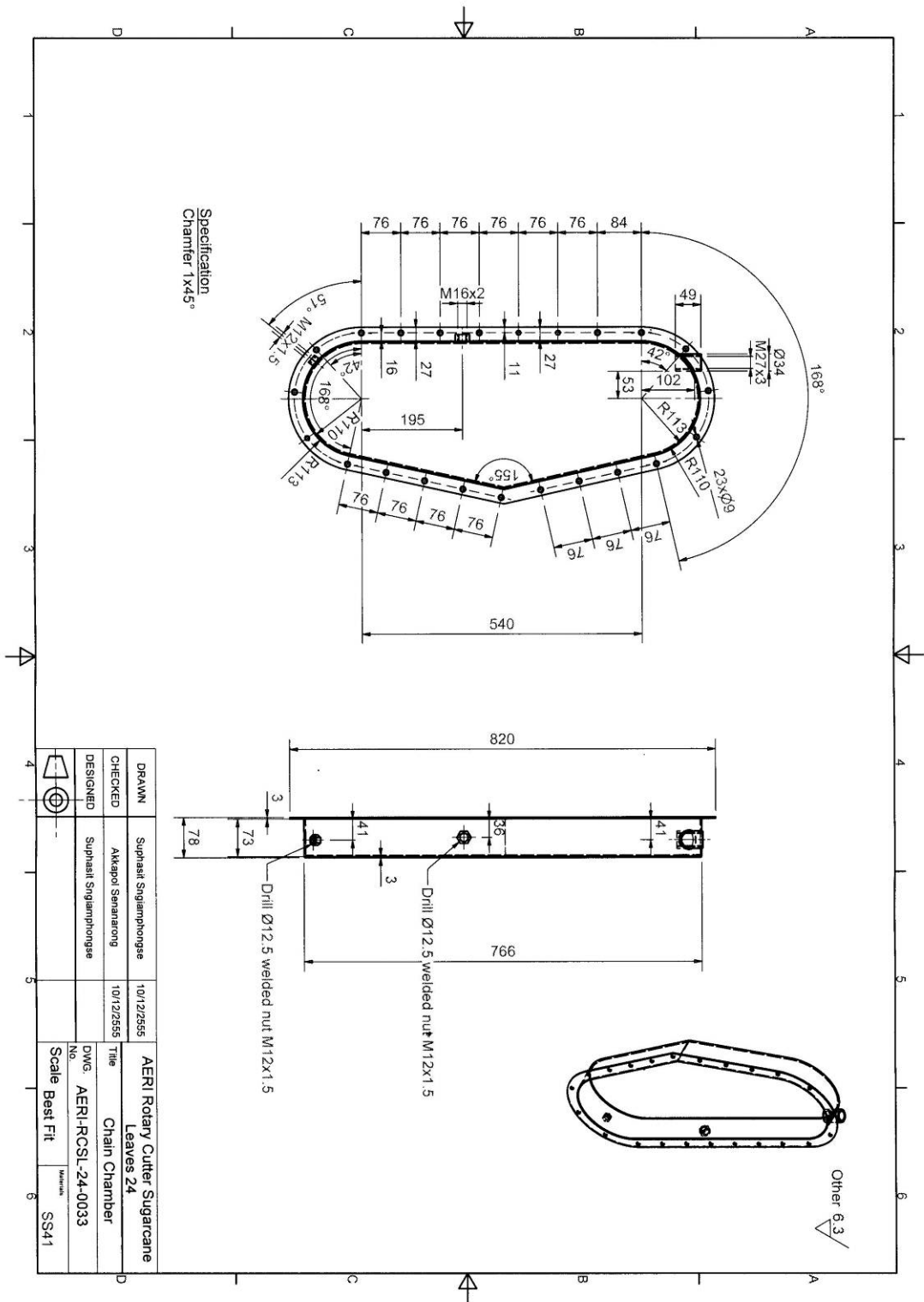


| | | | |
|----------|------------------------|-------------|------------------------------|
| DRAWN | Suphant Singlamphongse | 101/12/2555 | AERI Rotary Cutter Sugarcane |
| CHECKED | Akkapol Senarong | 101/12/2555 | Leaves 24 |
| DESIGNED | Suphant Singlamphongse | | Chain Chamber Gasket |
| | | | DWG. AERI-RCSL-24-0031 |
| | | | No. |
| | | | Scale Best Fit |
| | | | Material Paper |

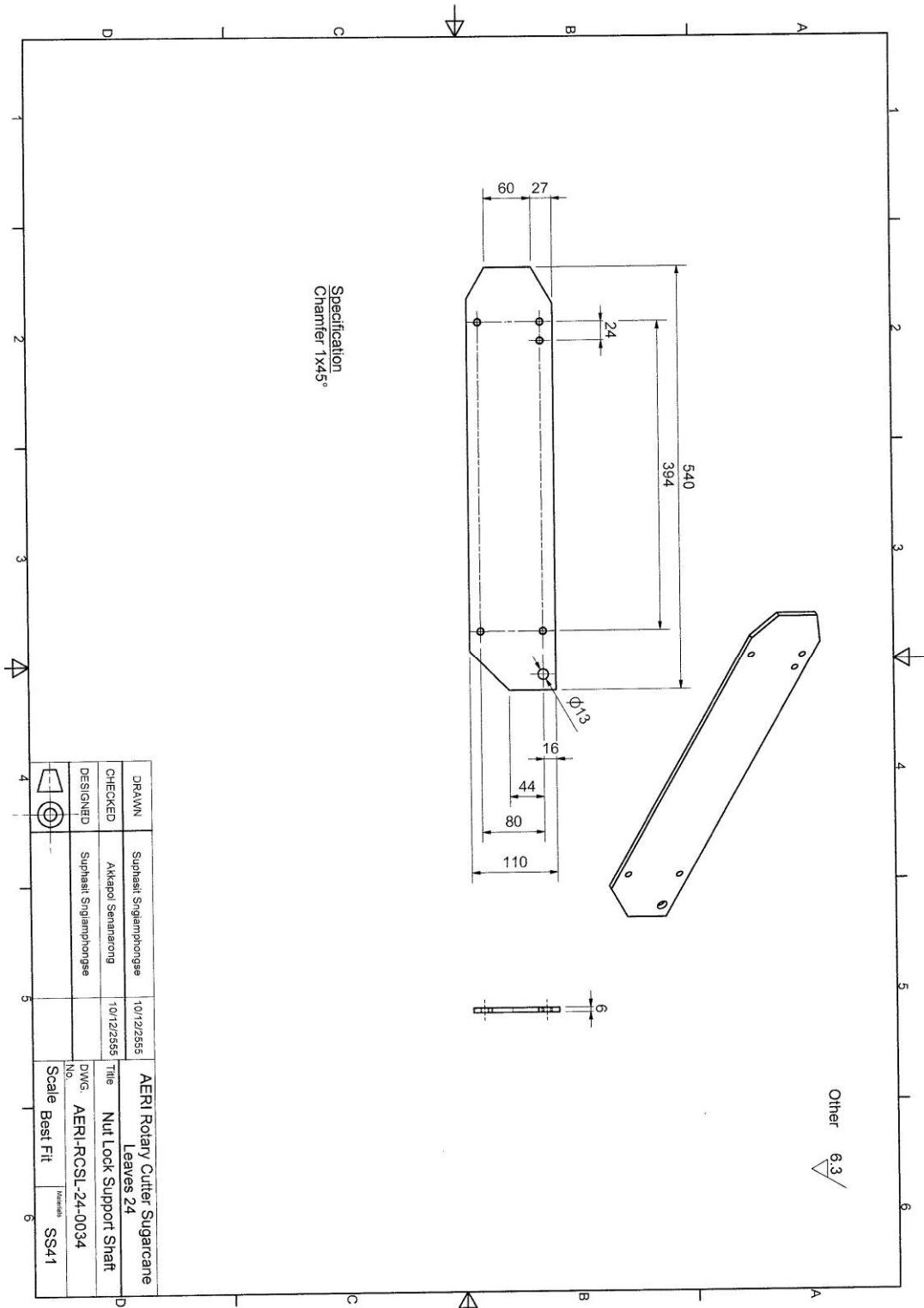
รูปผนวก 1ก.38 ปะเก็นห้องโซ่



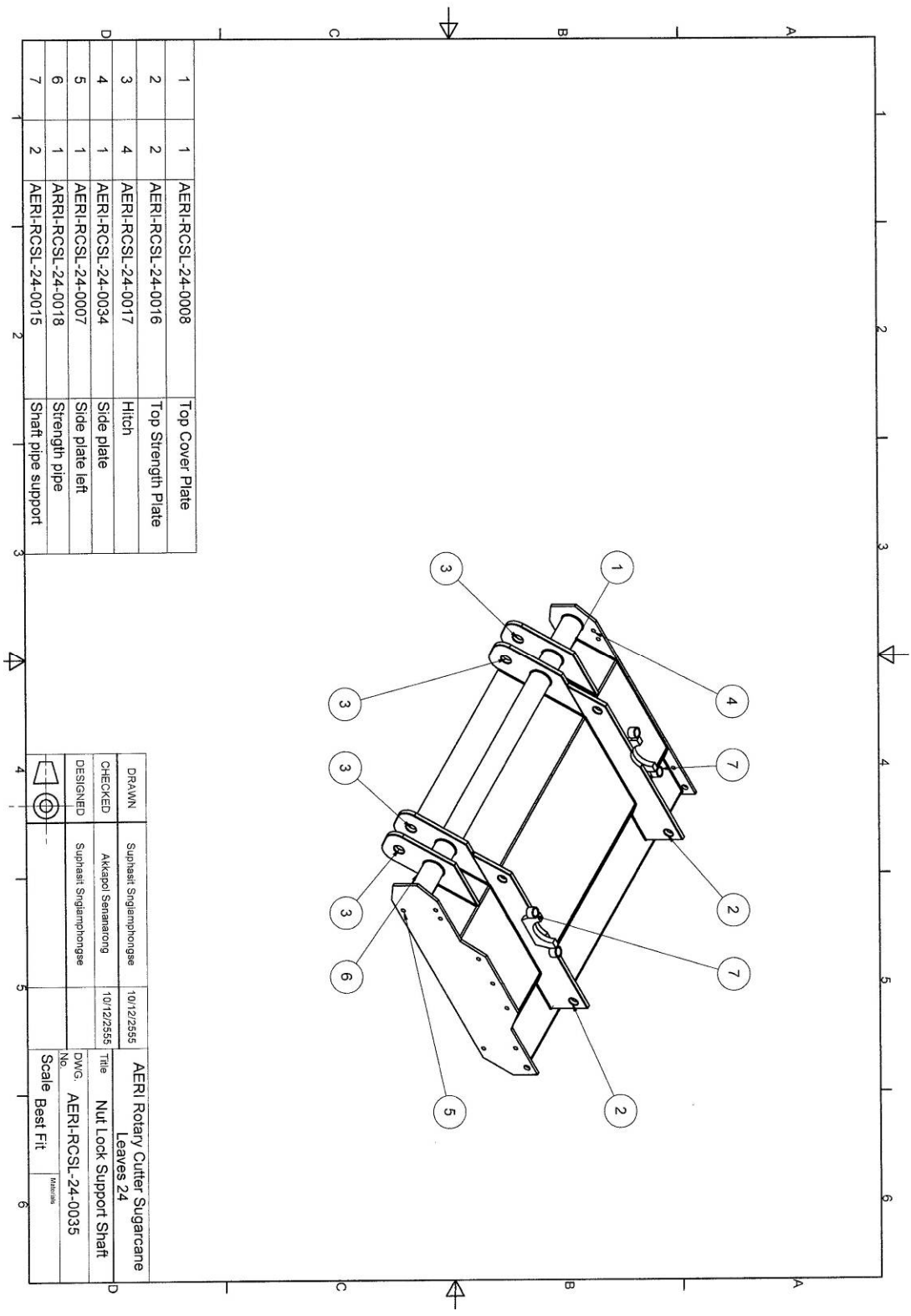
รูปผนวก 1ก.39 ฝาปิดท่อเติมน้ำมันห้องโซ่



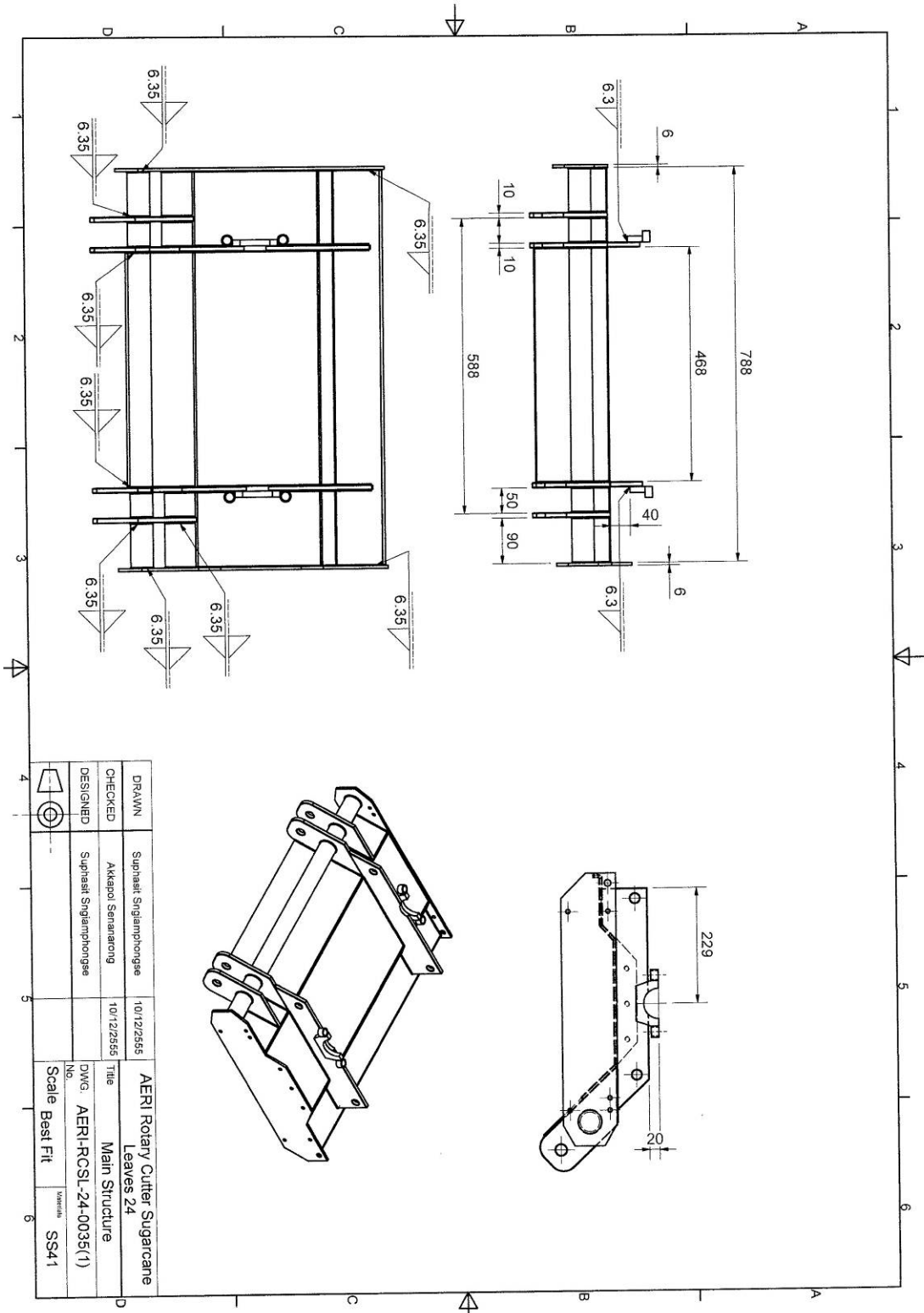
รูปผนวก 1ก.40 ฟาครอบห้องโซ่



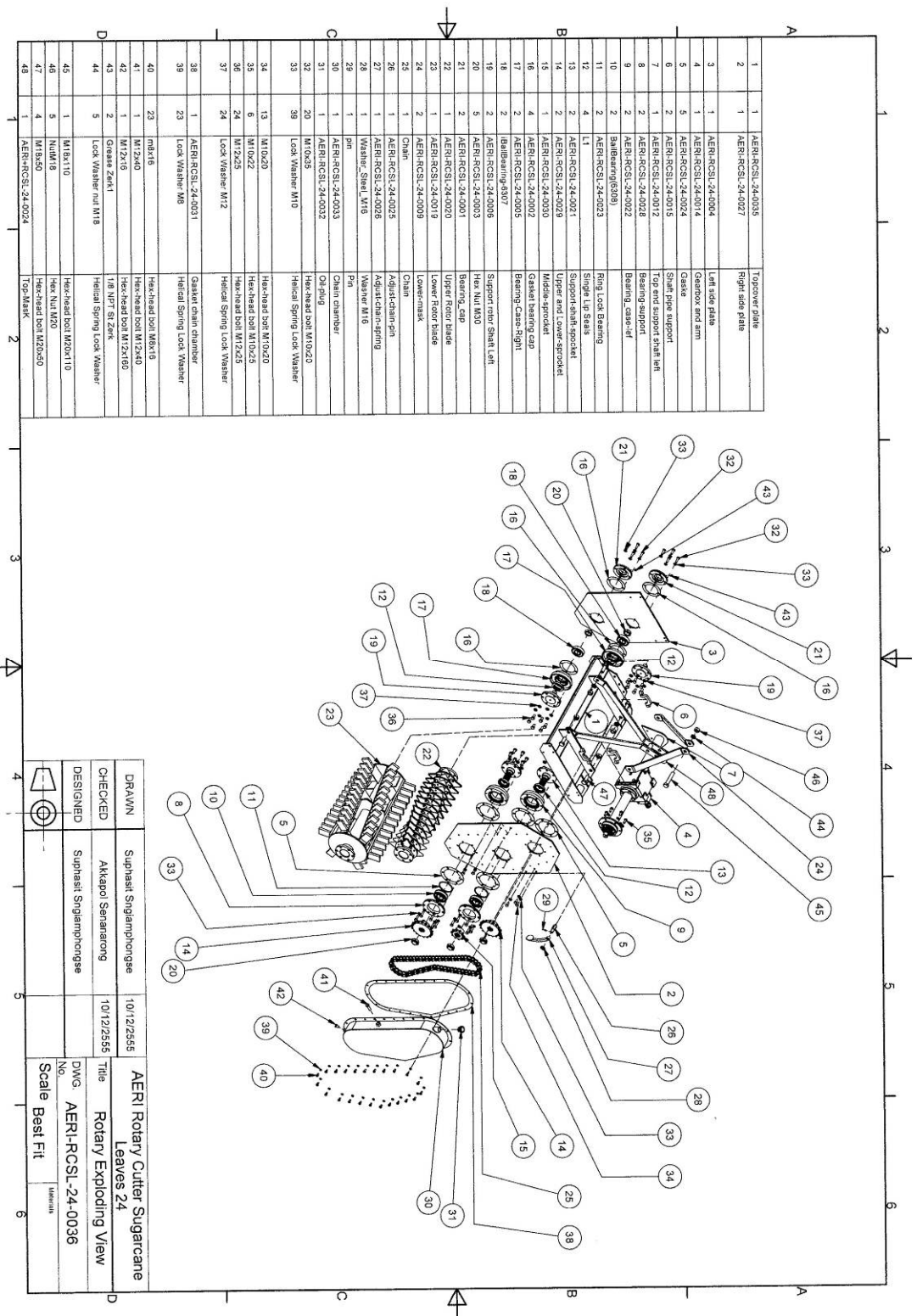
รูปผนวก 1ก.41 แผ่นประกบโครงบนขวา



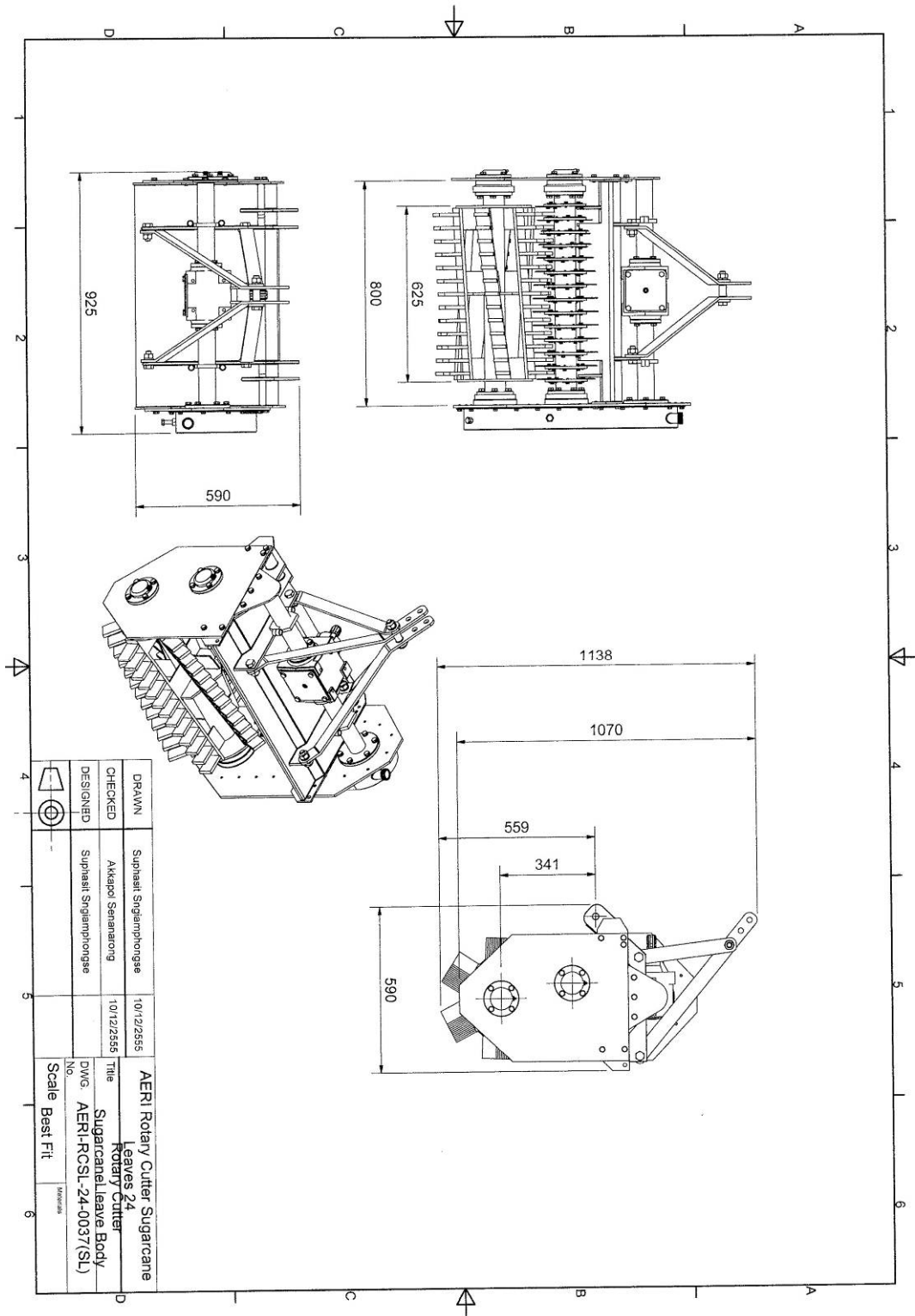
รูปผนวก 1ก.42 ชุดประกอบฝาดบน



รูปผนวก 1ก.43 ชุดฝาน



รูปผนวก 1ก.44 ชุดประกอบเครื่องสับใบอ้อย



รูปผนวก 1ก.45 ชุดเครื่องสับใบอ้อย