วิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรสำหรับเตรียมดินและสับใบเศษซากอ้อย สำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดกลาง

Research and Development of Agriculture Machinery for Soil Cultivator and Trash Chopper with Tractor Middle Size in Sugarcane Field

สุภาษิต เสงี่ยมพงศ์[1] ยุทธนา เครือหาญชาญพงค์[1] อานนทน์ สายคำฟู[1]
พงษ์ศักดิ์ ต่ายก้อนทอง[1] อัคคพล เสนาณรงค์[1] ขนิษฐ์ หว่านณรงค์[1]

บทคัดย่อ

จากปัญหาในการเกิดไฟไหม้ใบอ้อยที่เกษตรกรปล่อยไว้ในแปลง ทำให้ไฟไหม้ตออ้อย เกษตรกรสูญเสียตออ้อยไป ถึงแม้ว่าในปี 2545 จะมีจอบหมุนสับกลบใบอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 80 แรงม้าซึ่งออกแบบโดยสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม แต่เนื่องจากเกษตรกรหลายรายไม่มีรถแทรกเตอร์ขนาดใหญ่ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมจึงได้ออกแบบเครื่องสับใบและเศษซากอ้อยเพื่อรถแทรกเตอร์ที่มีขนาดต่ำกว่า 80 แรงม้าลงมา ผู้วิจัยได้วิจัยและพัฒนาจอบหมุนแถวเดี่ยวเพื่อพรวนดินและสับใบอ้อยในระหว่างร่องอ้อยเพื่อใช้พ่วงกับรถแทรกเตอร์ 4 ล้อ ขนาด 50 และ 34 แรงม้า และเพื่อพรวนดินและสับกลบใบอ้อยและกำจัดวัชพืชในระหว่างร่องอ้อยเพื่อใช้ติดพ่วงกับรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า เพื่อลดอัตราเสี่ยงจากการเกิดไฟไหม้อ้อยตอ และลดมลภาวะจากการเผาใบและเศษซากอ้อย โดยได้ออกแบบจอบหมุนเยื้องไปทางขวาในแนวล้อของรถแทรกเตอร์ หน้ากว้างในการทำงาน 80 เซนติเมตร (สำหรับรถแทรกเตอร์ 50 และ 34 แรงม้า) ต่อพ่วงกับแทรกเตอร์แบบพ่วง 3 จุดใช้เกียร์ทดรับกำลังจากเพลาอำนวยกำลังขนาด 50 แรงม้า ถ่ายทอดกำลังจากห้องเกียร์ผ่านเฟืองโซ่ไปยังเพลาจอบหมุนเพื่อให้ได้ความเร็วรอบประมาณ 500 รอบต่อนาที เพลาจอบหมุนมีจานยึดใบจอบหมุน 3 จาน ในแต่ละจานมีใบจอบหมุนแบบ L ผสม C 6 ใบ ชุดใบจอบหมุนเรียงกันเป็นเกลียวเพื่อไม่ให้กระทบดินพร้อมกัน ซึ่งใช้กำลังในการทำงานน้อยสุด ในการทดสอบที่จังหวัดกาญจนบุรีสำหรับรถแทรกเตอร์ 50 แรงม้า ที่ความชื้นดินเฉลี่ย (มาตรฐานแห้ง) 12.43 % ความยาวใบอ้อยก่อนการสับกลบ 119.2 เซนติเมตร น้ำหนักใบอ้อยต่อพื้นที่ 2,060 กิโลกรัมต่อไร่ ความหนาของใบอ้อย 18 เซนติเมตร ความสามารถในการทำงาน 1.85 ไร่ต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพการทำงาน 83.6 % ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 3.25 ลิตรต่อไร่ สำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้า ทดสอบที่จังหวัดกาญจนบุรี พบว่า ที่ความชื้นดินเฉลี่ย (มาตรฐานแห้ง) 11.05 % ความยาวใบอ้อยก่อนการสับกลบ 132 เซนติเมตร น้ำหนักใบอ้อยต่อพื้นที่ 1,960 กิโลกรัมต่อไร่ ความหนาของใบอ้อย 14 เซนติเมตร ความสามารถในการทำงาน 1.91 ไร่ต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพการทำงาน 93.08 % ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 3.12 ลิตรต่อไร่ ส่วนจอบหมุนแบบ 24 แรงม้าออกแบบให้ทำงานในระหว่างร่องอ้อยได้ มีหน้ากว้างในการทำงาน 80 เซนติเมตร ต่อพ่วงกับแทรกเตอร์แบบพ่วง 3 จุดใช้เกียร์ทดรับกำลังจากเพลาอำนวยกำลังขนาด 40 แรงม้า ถ่ายทอดกำลังจากห้องเกียร์ผ่านเฟืองโซ่ไปยังเพลาจอบหมุนเพื่อให้ได้ความเร็วรอบประมาณ 336 รอบต่อนาที เพลาจอบหมุนมีจานยึดใบจอบหมุน 4 จาน ในแต่ละจานมีใบจอบหมุนแบบ L ผสม C 6 ใบ ชุดใบจอบหมุนเรียงกันเป็นเกลียวเพื่อไม่ให้กระทบดินพร้อมกัน ซึ่งใช้กำลังในการทำงานน้อยสุด ในการทดสอบที่จังหวัดกาญจนบุรี พบว่า ที่ความชื้นดินเฉลี่ย (มาตรฐานแห้ง) 11.47 % ความ

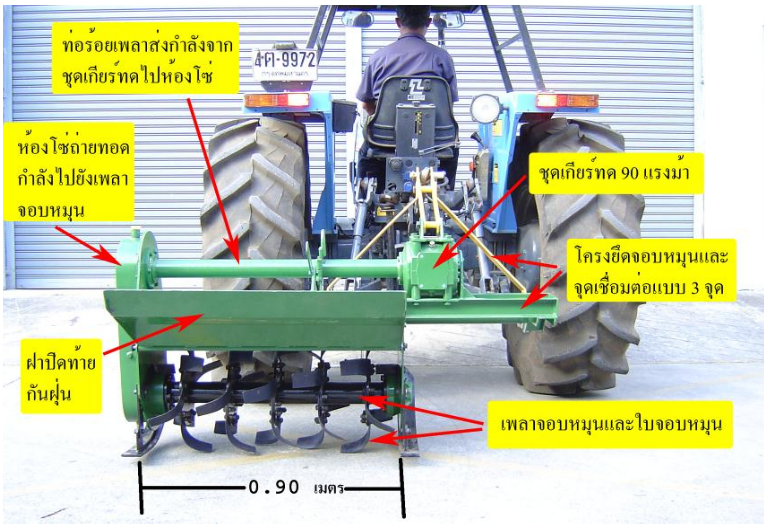
[1] สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร

ยาวใบอ้อยก่อนการสับกลบ 21.5 เซนติเมตร น้ำหนักใบอ้อยต่อพื้นที่ 480 กิโลกรัมต่อไร่ ความหนาของใบอ้อย 7 เซนติเมตร ความสามารถในการทำงานจริง 1.95 ไร่ต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพการทำงาน 91.98 % ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 1.58 ลิตรต่อไร่ สำหรับการใช้จอบหมุนสำหรับกำจัดวัชพืช ทดสอบในแปลงจังหวัดกาญจนบุรีพบว่า ที่ความชื้นดินเฉลี่ย (มาตรฐานแห้ง) 12.56 % น้ำหนักใบอ้อยก่อนการสับกลบ 780 กิโลกรัมต่อไร่ ความสามารถในการทำงานจริง 1.98 ไร่ต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพการทำงาน 96.12 % ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 1.35 ลิตรต่อไร่ น้ำหนักวัชพืชหลังการกำจัด 19.04 กิโลกรัมต่อไร่ ประสิทธิภาพการกำจัดวัชพืช 97.55 % และเพื่อเป็นทางเลือกให้เกษตรกรอีกทางหนึ่ง สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมจึงได้ออกแบบเครื่องสับใบและเศษซากอ้อยเพื่อรถแทรกเตอร์ที่มีขนาดต่ำกว่า 80 แรงม้าลงมา โดยใช้จอบหมุนสับกลบใบอ้อยทำงานซ้ำจะให้ทำการสับกลบได้ง่ายขึ้น หรือปล่อยใบอ้อยที่สับแล้วคลุมดินไว้แต่ใบอ้อยที่สั้นลงทำให้ใช้เครื่องฝังปุ๋ยได้ง่ายขึ้น เครื่องสับใบอ้อยนี้ออกแบบให้พ่วงต่อรถแทรกเตอร์แบบพ่วงต่อแบบ 3 จุด ชุดหัวเกียร์อัตราทด 1.46:1 ถ่ายทอดกำลังจากเพลาถ่ายทอดกำลังรถแทรกเตอร์ ส่งกำลังผ่านเฟืองโซ่ไปหมุนเพลาใบมีด 2 ชุดบนล่าง หมุนสวนทางกันโดยเพลาใบมีดล่างหมุนด้วยความเร็วประมาณ 500 รอบต่อนาที เพลาใบมีดบนหมุนด้วยความเร็วประมาณ 850 รอบต่อนาที ใบมีดชุดล่างประกอบด้วยใบมีด 4 ชุด ชุดละ 13 ฟัน ใบมีดชุดบนประกอบด้วยจาน 14 จาน แต่ละจานติดใบมีดสามเหลี่ยมจำนวน 4 ใบ หน้ากว้างในการทำงาน 0.625 เมตร ผลการทำงานที่จังหวัดกาญจนบุรีเมื่อใช้แทรกเตอร์ 24 แรงม้าวิ่งเข้าในร่องอ้อย ความยาวใบอ้อยก่อนทำงานมีค่าเฉลี่ย 1.13 เมตร หลังการใช้เครื่องสับใบอ้อยแล้วความยาวใบอ้อยเฉลี่ย 0.24 เมตร ความสามารถในการทำงาน 1.34 ไร่ต่อชั่วโมง อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 1.95 ลิตรต่อไร่ ความหนาใบอ้อย 0.06 เมตร ที่ความชื้นดิน 10.7 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานแห้ง) ส่วนใบอ้อยแห้งกรอบมากไม่สามารถวัดความชื้นได้ กำลังที่ใช้ในการสับใบอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า 4.43 กิโลวัตต์ต่อเมตร

คำนำ

เนื่องจากการเผาใบอ้อยทำให้เกิดปัญหาในการเกิดไฟไหม้ไร่อ้อย (ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น, 2545) จึงมีการรณรงค์ให้เลิกเผาใบอ้อยเพื่อลดอุบัติเหตุจากการจราจร และปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ตามมา ซึ่งทำให้เกษตรกรจำนวนมากโดยเฉพาะเกษตรกรผู้ปลูกอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลางบางส่วน ที่เกี่ยวอ้อยโดยไม่เผาใบ แล้วเกิดไฟไหม้อ้อยตอที่เจริญงอกงามแล้ว เนื่องจากอุบัติเหตุหรือจากการติดไฟเองจากแปลงข้างเคียงซึ่งยังคงเผาใบอยู่ ซึ่งจะมีความเสียหายมากกว่าไฟไหม้หลังเก็บเกี่ยวอ้อยแล้วทันที (อรรถสิทธิ์ และคณะ, 2539)

ในปี 2548 สุภาษิต และคณะ ได้ออกแบบจอบหมุนสำหรับพรวนดินและสับใบอ้อยให้พ่วงรถแทรกเตอร์ขนาด 80-90 แรงม้า เพื่อสับกลบใบและเศษซากอ้อยลดการเกิดไฟไหม้อ้อยตอที่เจริญงอกงามแล้ว โดยออกแบบให้จอบหมุนติดพ่วงแบบ 3 จุด เยื้องขวาเพื่อสับกลบใบอ้อยในร่องอ้อย ซึ่งจะทำงานได้ในแปลงที่มีระยะการปลูกอ้อยตั้งแต่ 1.2 เมตรเป็นต้นไป การทำงานของจอบหมุนนี้ได้รับกำลังจากเพลาอำนวยกำลังของรถแทรกเตอร์ที่มีความเร็วรอบ 540 รอบต่อนาที เพื่อส่งกำลังไปยังห้องเกียร์แล้วถ่ายทอดไปยังเฟืองโซ่ซึ่งอยู่ด้านข้างแล้วส่งกำลังไปหมุนเพลาจอบหมุนด้วยความเร็วรอบ 500 รอบต่อนาที เพลาจานหมุนมีจานยึดใบจอบหมุน 4 จาน ในแต่ละจานมีใบจอบหมุนแบบ L ผสม C 6 ใบ ชุดใบจอมหมุนทั้งหมดเรียงตัวเป็นเกลียวลักษณะที่ไม่ให้ใบกระทบพื้นดินพร้อมกัน ซึ่งใช้กำลังในการทำงานน้อยสุด



รูปที่ 1 จอบหมุนแบบแถวเดี่ยวสำหรับพรวนดินและสับกลบใบอ้อย

โดยจอบหมุนที่ออกแบบมีประสิทธิภาพการทำงานเชิงพื้นที่ 89.64% ความยาวใบอ้อยก่อนการสับกลบ 257.8 มิลลิเมตร ความยาวใบอ้อยหลังสับกลบ 58.9 มิลลิเมตร คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ใบที่สั้นลง 78.6 เปอร์เซ็นต์ การกลบใบอ้อย 96 เปอร์เซ็นต์ โดยมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 4.11 ลิตรต่อไร่ ถึงแม้ว่าจอบหมุนสับใบและเศษซากอ้อยที่ออกแบบมานั้นจะสามารถใช้งานได้ดี แต่เนื่องจากอุปกรณ์จอบหมุนที่ออกแบบมานั้นใช้กับรถแทรกเตอร์ขนาด 80 แรงม้า วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้จึงมีขนาดใหญ่ มีราคาแพง เกษตรบางส่วนจึงไม่มีงบประมาณในการจัดซื้อจอบหมุนสับใบอ้อย ซึ่งในปัจจุบันมีการใช้งานรถแทรกเตอร์ขนาดต่ำกว่า 80 แรงม้าลงมาใช้ในงานนาและงานไร่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกิจกรรมการปลูกอ้อย ทั้งการพรวนดินกำจัดวัชพืชพร้อมให้ปุ๋ย สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม จึงมีแนวความคิดในการออกแบบเครื่องสับใบและเศษซากอ้อยเพื่อติดกับรถแทรกเตอร์ขนาดต่ำกว่า 80 แรงม้าลงมา ซึ่งจะสับใบและเศษซากอ้อยก่อน แล้วจึงจะใช้จอบหมุนหรืออุปกรณ์อื่นกลบใบอีกครั้งหนึ่งหรือจะปล่อยใบอ้อยที่สับแล้วคลุมแปลงไว้เพื่อเป็นทางเลือกให้เกษตรกรบางรายที่ต้องการใบอ้อยคลุมแปลงป้องกันวัชพืช แต่ต้องการใบอ้อยสั้นเนื่องจากสามารถใช้เครื่องฝังปุ๋ยได้ง่ายขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากแรงม้าที่ลดลงจากการใช้แทรกเตอร์ขนาดต่ำกว่า 80 แรงม้า จะเป็นส่วนดีที่อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงลดลง ราคาเครื่องจักรกลการเกษตร ก็จะมีราคาที่ถูกลง ทำให้เกษตรกรมีความสามารถที่จะซื้ออุปกรณ์ได้ง่ายขึ้น

วิธีการดำเนินการ

วิธีการดำเนินการวิจัยสำหรับการทดสอบและพัฒนาจอบหมุนเพื่อสับกลบใบอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดต่ำกว่า 80 แรงม้าลงมา และ การวิจัยและพัฒนาเครื่องเก็บและสับใบและเศษซากอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดต่ำกว่า 80 แรงม้าลงมา คือการดำเนินการสร้าง ทดสอบเบื้องต้นแก้ไข แล้วนำไปทดสอบหาข้อมูล

อุปกรณ์

1. นาฬิกาจับเวลา
2. เครื่องชั่งน้ำหนัก

3. อุปกรณ์วัดปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง
4. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินเพื่อหาความชื้น

วิธีการ

การทดสอบและพัฒนาจอบหมุนเพื่อสับกลบใบอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดต่ำกว่า 80 แรงม้าลงมามีวิธีการดังนี้

1. ตรวจเอกสาร
2. ออกแบบและสร้างต้นแบบจอบหมุนเพื่อพรวนดินและสับกลบใบอ้อย
3. ดำเนินการทดสอบเบื้องต้น
4. แก้ไขปรับปรุงต้นแบบ
5. ทำการทดสอบระยะยาว เพื่อหาความทนทานในการใช้งานและเก็บข้อมูลการทำงาน
6. วิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยและพัฒนาเครื่องเก็บและสับใบและเศษซากอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ ขนาดต่ำกว่า 80 แรงม้าลงมามีวิธีการดังนี้

1. ตรวจเอกสาร
2. ออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องเก็บและสับใบและเศษซากอ้อย
3. ดำเนินการทดสอบเบื้องต้น
4. แก้ไขปรับปรุงต้นแบบ
5. ทำการทดสอบระยะยาว เพื่อหาความทนทานในการใช้งานและเก็บข้อมูลการทำงาน
6. วิเคราะห์ข้อมูล

เวลาและสถานที่

การทดสอบและพัฒนาจอบหมุนเพื่อสับกลบใบอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดต่ำกว่า 80 แรงม้า ดำเนินการศึกษาระหว่างเดือน ตุลาคม 2553 ถึง กันยายน 2555 โดยดำเนินการในสถานที่ต่าง ๆ ดังนี้

- สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร
- โรงงานสยามอิมพลีเมนต์ อ.บางมูลนาค จ.พิจิตร
- แปลงเกษตรกร อ.บ่อพลอย จ.กาญจนบุรี
- แปลงเกษตรกร อ.บ้านไผ่ จ.ขอนแก่น

การวิจัยและพัฒนาเครื่องเก็บและสับใบและเศษซากอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดต่ำกว่า 80 แรงม้าลง ดำเนินการศึกษาระหว่างเดือน ตุลาคม 2553 ถึง กันยายน 2555 โดยดำเนินการในสถานที่ต่าง ๆ ดังนี้

- สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร
- โรงงานสยามอิมพลีเมนต์ อ.บางมูลนาค จ.พิจิตร
- แปลงเกษตรกร อ.บ่อพลอย จ.กาญจนบุรี
- แปลงเกษตรกร อ.บ้านไผ่ จ.ขอนแก่น

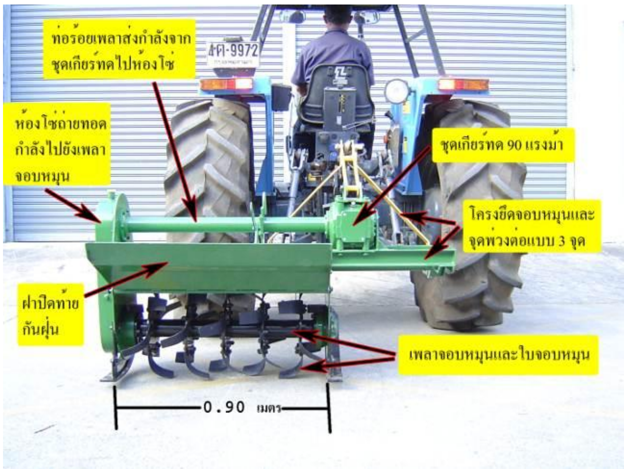
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดสอบและพัฒนาจอบหมุนเพื่อสับกลบใบอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ ขนาดต่ำกว่า 80 แรงม้า มีดังนี้

ผลการตรวจเอกสาร

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับระยะในการปลูกอ้อยของเกษตรกรมีระยะปลูกตั้งแต่ 1.20 - 1.70 เมตร ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวอยู่ในช่วง พฤศจิกายน - เมษายน สำหรับเครื่องจักรกลเกษตรที่นำมาใช้เพื่อพรวนดินและสับใบอ้อยนั้นได้มีการนำจอบหมุนที่ออกแบบโดยสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม สำหรับติดพ่วงรถแทรกเตอร์ 80 แรงม้ามาใช้งาน นอกจากนั้นยังมีการนำจอบหมุนในนาข้าวมาดัดแปลงโดยมีการเรียงใบจอบหมุนให้เป็นเกลียวเพื่อให้พูนโคนและลดหน้ากว้างในการทำงานให้เหลือ 1 เมตร

ในปี 2548 สุภาษิต และคณะ ได้ออกแบบจอบหมุนสำหรับพรวนดินและสับใบอ้อยใช้พ่วงรถแทรกเตอร์ขนาด 80 - 90 แรงม้า (รูปที่ 2)โดยติดพ่วงแบบ 3 จุด ออกแบบให้เยื้องขวาเพื่อสับกลบใบอ้อยในร่องอ้อย ซึ่งทำงานได้ในแปลงทีมีระยะปลูกอ้อยตั้งแต่ 1.2 เมตรขึ้นไป การทำงานของจอบหมุนนี้ได้รับกำลังจากเพลาอำนวยกำลังของรถแทรกเตอร์ที่มีความเร็วรอบ 540 รอบต่อนาที เพื่อส่งกำลังไปยังห้องเกียร์แล้วถ่ายทอดกำลังไปยังเฟืองโซ่ที่อยู่ด้านข้างแล้วส่งกำลังไปหมุนเพลาจอบหมุนด้วยความเร็วรอบ 500 รอบต่อนาที เพลาจอบหมุนยึดใบจอบหมุน 4 จาน ในแต่ละจานมีใบจอบหมุนแบบ L ผสม C 6 ใบ ชุดใบจอบหมุนทั้งหมดเรียงตัวเป็นเกลียวลักษณะที่ไม่ให้ใบกระทบพื้นดินพร้อมกัน ซึ่งใช้กำลังในการทำงานน้อยที่สุด โดยจอบหมุนที่ออกแบบมีประสิทธิภาพการทำงานเชิงพื้นที่ 89.64% ความยาวใบอ้อยก่อนการสับกลบ 257.8 มิลลิเมตร ความยาวใบอ้อยหลังการสับกลบ 58.9 มิลลิเมตร คิดเป็นเปอร์เซนต์ใบที่สั้นลง 78.6% การกลบใบอ้อย 96% โดยมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 4.11 ลิตรต่อไร่ ซึ่งเกษตรกรส่วนหนึ่งได้ยอมรับและได้จัดซื้อไปใช้งาน แต่เกษตรกรอีกส่วนหนึ่งยังไม่สามารถจัดหาไปใช้งานได้เนื่องจาก อุปกรณ์ที่ออกแบบมาใช้กับรถแทรกเตอร์ 80 แรงม้า มีราคาค่อนข้างสูง และมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงสูงตามขนาดของรถแทรกเตอร์ที่ใช้



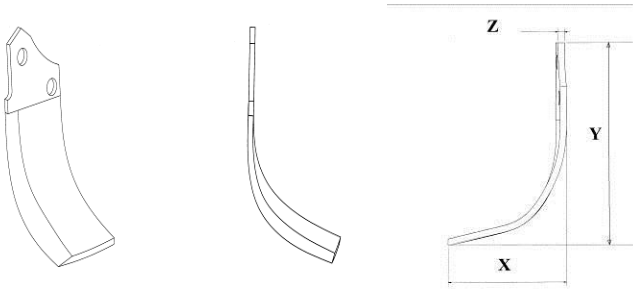
รูปที่ 2 จอบหมุนแบบแถวเดี่ยวสำหรับพรวนดินและสับกลบใบอ้อย

ออกแบบและสร้างต้นแบบจอบหมุนเพื่อพรวนดินและสับใบอ้อย

ชุดจอบหมุน ถ่ายทอดกำลังจากตัวรถแทรกเตอร์ผ่านเพลาอำนวยกำลังไปยังเฟืองโซ่หรือเฟืองเกียร์ แล้วผ่านไปยังเพลาจอบหมุน ซึ่งสามารถปรับความเร็วรอบได้โดยการเปลี่ยนอัตราทดของเฟืองโซ่ ในการออกแบบจะออกแบบให้ชุดจอบหมุนเยื้องไปทางด้านขวาในแนวล้อขวาของรถแทรกเตอร์ เพื่อความสะดวกในการทำงาน เนื่องจากผู้ควบคุมรถต้องใช้มือขวาควบคุมระบบไฮดรอลิคส์ยกอุปกรณ์ซึ่งอยู่ด้านขวาคนขับ และออกแบบเยื้องเพื่อให้พรวนดินและสับใบอ้อยในระหว่างร่องอ้อยที่รถแทรกเตอร์วิ่งไป (รถแทรกเตอร์วิ่งคร่อมร่อง เพราะมีความกว้างมากกว่าร่องอ้อยไม่สามารถวิ่งในร่องอ้อยได้) ออกแบบให้จอบหมุนมีหน้ากว้างในการทำงาน 80 เซนติเมตร พ่วงต่อกับรถแทรกเตอร์แบบพ่วง 3 จุด ใช้ชุดเกียร์ทดรับส่งกำลังจากเพลาอำนวยกำลังขนาด 50 แรงม้า อัตราทด 1:1 ส่งกำลังผ่านไปยังห้องโซ่ที่มีอัตราทด 1.08:1 เพื่อลดให้ความเร็วรอบเพลาจอบหมุนได้ความเร็วรอบ 501 รอบต่อนาที ซึ่งมีความเร็วรอบใกล้เคียงกับงานวิจัยของสุภาษิต ในปี 2548 จอบหมุนต้นแบบแสดงในรูปที่ 3

ใบจอบหมุนเป็นใบจอบหมุนชนิด tine แบบ L- C เลือกจากใบจอบหมุนที่มีขนาดแตกต่างกัน 3 ชนิด โดยมีรายละเอียด ตามแกน x, y, z (มิลลิเมตร) ดังนี้ ชนิด A 115, 195, 7 ชนิด B 140, 195, 7 ชนิด C 140, 198, 8 (รูปที่4) นำใบมีดมาเรียงเป็นเกลียวเพื่อให้แต่ละใบมีดสัมผัสกับดินครั้งเดียวในการหมุนของรอบเพลาใบมีด 1 รอบ (แต่ละใบวางระยะห่างกัน 20 องศา)จำนวน 3 ชุด ชุดละ 6 ใบ รวมใบจอบหมุน 18 ใบ ใบมีดแบบ tine มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในท้องตลาด สามารถเปลี่ยนได้ง่ายเมื่อเกิดการชำรุด เมื่อนำใบจอบหมุนทั้งสามมาทดสอบทำงานในแปลงทดสอบ (รูปที่ 5) พบว่า ใบมีดขนาดความหนา 8 มิลลิเมตร ทำงานได้ดีที่สุด ดังนั้นได้เลือกใบมีดขนาด 8 มิลลิเมตรเป็นใบมีดสำหรับประกอบกับต้นแบบที่ 1

รูปที่ 3 ต้นแบบจอบหมุนสำหรับสับกลบใบอ้อยต้นแบบที่ 1



รูปที่ 4 ใบจอบหมุนที่ใช้เป็นแบบ L-C

รูปที่ 5 การทดสอบใบจอบหมุนทั้งสามชนิดในแปลงทดสอบ

ทำการทดสอบเบื้องต้นในแปลงอ้อยตอแรกที่ผ่านการเก็บเกี่ยวในแปลงของเกษตรกร

ผลการทดสอบเบื้องต้นในแปลงอ้อยที่อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น พบว่า สำหรับใบอ้อยที่มีความหนาระหว่าง 10-15 เซนติเมตร พบว่าสามารถสับกลบได้เป็นอย่างดี (รูปที่ 6) แต่ถ้ามีความหนาของใบอ้อยมากกว่า 15 เซนติเมตร พบปัญหาคือใบอ้อยเข้ามาพันที่รอบใบมีดของใบจอบหมุน (รูปที่ 7) ดังนั้นจึงมีแนวคิดที่จะนำใบจักรมาติดตั้งที่ด้านหน้าของจอบหมุน เพื่อให้เกิดการตัดใบอ้อยก่อนที่ใบอ้อยจะถูกสับโดยจอบหมุน ใบจักรที่นำมาติดตั้งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 นิ้ว ติดตั้งทั้งสองด้านซ้ายขวา ด้านหน้าจอบหมุน (รูปที่ 8) ใบจักรจะช่วยกดใบอ้อยทำให้สามารถทำงานได้ (รูปที่ 9)

รูปที่ 6 ทดสอบสับกลบใบอ้อยที่มีความหนาระหว่าง 10-15 เซนติเมตร

รูปที่ 7 ปัญหาที่เกิดจากใบอ้อยหนาเกิน 15 เซนติเมตร

รูปที่ 8 ใบจักรที่นำมาติดตั้งเพิ่ม (ซ้าย-ขวา)

รูปที่ 9 ต้นแบบที่ 1 ที่ถูกติดตั้งใบจักรแล้ว

ดำเนินการแก้ไขต้นแบบและนำไปทดลองในแปลงเกษตรกรและเก็บข้อมูล

ทดสอบในแปลงของเกษตรกรที่อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น ด้วยรถแทรกเตอร์ขนาด 50 แรงม้า (Kubota M 5000) ที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 2,500 รอบ เกียร์ที่ใช้ทดสอบเป็น low 2 ผลการทดสอบพบว่า ความหนาใบอ้อยเฉลี่ย 18 เซนติเมตร ความยาวใบอ้อยก่อนสับ 142.5 เซนติเมตร ความยาวใบอ้อยหลังสับ 15.5 ความสามารถในการสับใบอ้อย 89.12% ปริมาณใบอ้อยในแปลงเฉลี่ย 1,056 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่า

ความสามารถในการทำงาน 2.01 ไร่ต่อชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการสับกลบ 89.23% มีอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 3.06 ลิตรต่อไร่

ผลการทดสอบพบว่ากำลังของเครื่องยนต์ยังทำงานได้ดีโดยไม่โหลดเครื่องเกินไป จึงมีแนวคิดที่จะนำมาทดสอบกับรถแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้า

ทดสอบต้นแบบจอบหมุนกับรถแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้า

นำจอบหมุนต้นแบบที่มีหน้ากว้างในการทำงาน 80 เซนติเมตร นำมาติดตั้งกับรถแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้า (kubota L 345) ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 2,500 รอบต่อนาที ที่เกียร์ low 2 ทดสอบที่อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น ผลการทดสอบพบว่า ความหนาใบอ้อยเฉลี่ย 13 เซนติเมตร ความยาวใบอ้อยก่อนสับ 116.8 เซนติเมตร ความยาวใบอ้อยหลังสับ 27.1 ความสามารถในการสับใบอ้อย 76.8% ปริมาณใบอ้อยในแปลงเฉลี่ย 1,320 กิโลกรัมต่อไร่ ความสามารถในการทำงาน 88.69% ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 2.75 ลิตรต่อไร่ รูปการทดสอบต้นแบบกับรถแทรกเตอร์ 34 แรงม้า แสดงในรูปที่ 10

รูปที่ 10 การทดสอบต้นแบบติดพ่วงกับรถแทรกเตอร์ 34 แรงม้า

เนื่องจากว่า รถแทรกเตอร์ Kubota L 345 ไม่ได้มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย ผู้วิจัยจึงได้ทดสอบร่วมกับรถแทรกเตอร์ kubota L 3408 ที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายกว่า การทดสอบต้นแบบทดสอบที่อำเภอบ่อพลอย จังหวัดสุพรรณบุรี รูปที่ 11

รูปที่ 11 จอบหมุนสับกลบใบอ้อยติดพ่วงกับ kubota L 3408

ผลการทดสอบเบื้องต้น ทดสอบร่วมกับรถแทรกเตอร์ L 3408 ที่ความเร็วรอบของรถแทรกเตอร์ที่ 2,500 รอบต่อนาที ความเร็วรอบเพลาอำนวยกำลัง 540 รอบต่อนาที เกียร์ที่ใช้ทดสอบเป็นเกียร์ 2 low ผลการทดสอบพบว่า ความหนาของใบอ้อยเฉลี่ย 13 เซนติเมตร ความยาวใบอ้อยก่อนการสับกลบ 119.2 เซนติเมตร ความยาวใบอ้อยหลังการสับกลบ 28.3 เซนติเมตร ความสามารถในการสับ 76.26% น้ำหนักอ้อยเฉลี่ยในแปลง 2,060 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 2.50 ที่ประสิทธิภาพการทำงาน 88.6%

สร้างต้นแบบจอบหมุนสับกลบใบอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ 24 แรงม้า

สำหรับจอบหมุนสับกลบใบอ้อยที่ติดพ่วงกับรถแทรกเตอร์ ขนาด 34 และ 50 แรงม้า นั้นจะเป็นจอบหมุนแบบเยื้องข้าง เวลาทำงานต้องวิ่งคร่อมร่องดังแสดงในรูปที่ 12 ซึ่งจะทำงานได้ในความสูงของอ้อยไม่เกิน 40 เซนติเมตร เพราะท้องรถจะทำให้ต้นอ้อยเกิดความเสียหายขึ้น ดังนั้นจึงมีแนวความคิดที่จะออกแบบจอบหมุนสำหรับสับกลบใบอ้อยสำหรับติดพ่วงกับรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า ที่มีขนาดความกว้างของรถแคบกว่ารถแทรกเตอร์ขนาด 34 และ 50 แรงม้า เพื่อให้สามารถทำงานในร่องอ้อยได้โดยสะดวก

รูปที่ 12 จอบหมุนที่ติดตั้งกับรถแทรกเตอร์ 34 แรงม้า ต้องวิ่งคร่อมร่อง

ออกแบบจอบหมุนสับกลบใบอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ 24 แรงม้า

ออกแบบให้จอบหมุนอยู่บนแกนกลางของรถแทรกเตอร์ เพื่อให้สามารถพรวนดินและสับกลบใบอ้อยระหว่างร่องอ้อยได้ โดยจอบหมุนที่ออกแบบมีหน้ากว้างในการทำงาน 70 เซนติเมตร พ่วงต่อกับรถแทรกเตอร์แบบพ่วง 3 จุด ใช้ชุดเกียร์ทดรับส่งกำลังจากเพลาอำนวยกำลังขนาด 40 แรงม้า อัตราทด 1.46:1 ส่งกำลังผ่านไปยังห้องโซ่ที่มีอัตราทด 1.5:1 เพื่อให้มีความเร็วรอบของเพลาจอบหมุนที่ 246 รอบต่อนาที ซึ่งเป็นอัตราทดของใบจอบหมุนในนาข้าวขนาด 80 เซนติเมตร ที่ออกแบบโดยสุภาษิต ในปี 2545 ใบจอบหมุนเป็นใบจอบหมุนชนิด tine แบบ L- C มีขนาด (x, y, z) เป็น 120, 185, 7 มิลลิเมตร เรียงใบมีดเป็นแบบเกลียว (แต่ละใบวางระยะห่างกัน 15 องศา) จำนวนใบ 4 ชุด ชุดละ 6 ใบ รวมใบมีดจอบหมุน 24 ใบ ที่ด้านข้างซ้ายขวา ของจอบหมุนจะติดจานกลมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 14 นิ้ว เพื่อช่วยในการสับใบอ้อยก่อนผ่านเข้าไปยังจอบหมุน ต้นแบบจอบหมุนสับกลบใบอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ 24 แรงม้า แสดงในรูปที่ 13

รูปที่ 13 ต้นแบบจอบหมุนสับกลบใบอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ 24 แรงม้า

ผลการทดสอบเบื้องต้นจอบหมุนติดพ่วงรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า

ผลการทดสอบในแปลงเกษตรกรที่อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี พบว่า สามารถสับกลบใบอ้อยได้ แต่เครื่องยนต์ต้นกำลังกินกำลังมากเกินไปทำให้เครื่องยนต์ดับ จึงมีแนวคิดที่จะปรับเปลี่ยนรอบจอบหมุน โดยทำการเปลี่ยนอัตราทดของห้องโซ่ ให้เพลาจอบหมุนหมุนด้วยความเร็วรอบใกล้เคียงกับรอบหมุนของเพลาจอบหมุนของรถแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้า ซึ่งจะช่วยลดแรงกระทำระหว่างใบจอบหมุนกับพื้นดินลง ทำให้ต้นกำลังจากรถแทรกเตอร์ทำงานได้ดีขึ้นสามารถสับกลบใบอ้อยได้ ทั้งนี้ได้ทำการเปรียบเทียบอัตราทดที่เหมาะสม โดยการสลับเฟืองภายในห้องโซ่ มีอัตราทดตามตารางที่ 1 การทดสอบสลับเฟืองโซ่แสดงในรูปที่ 14

ตารางที่ 1 การเปลี่ยนอัตราทดในห้องโซ่ เพื่อให้ได้อัตรารอบหมุนของเพลาใบมีดที่แตกต่างกัน

อัตราทดในห้องโซ่	**อัตรารอบหมุนของเพลาใบมีด (รอบต่อนาที)**
1:1	368.18
1.09:1	339
1.18:1	312
1.2:1	308
1.1:1	336
1:1.1	406
1:1.2	443
1:1.09	403
1:1.18	437

รูปที่ 14 การทดลองสลับเปลี่ยนเฟืองในห้องโซ่

ผลการทดสอบในแปลงพบว่า เฟืองที่มีอัตราทดของห้องโซ่ 1.1:1 มีประสิทธิภาพการทำงานดีที่สุดมีอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงน้อยที่สุด ดังนั้นจึงเลือกเฟืองโซ่ เฟืองบน 10 ฟัน ขับ เฟืองล่าง 11 ฟัน ที่ทำให้ความเร็วรอบของจอบหมุน หมุนด้วยความเร็วรอบ 336 รอบต่อนาที เป็นเฟืองสำหรับต้นแบบจอบหมุนติดพ่วงรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า

ผลการทดสอบจอบหมุนสับกลบใบอ้อย

การทดสอบจอบหมุนสับกลบใบอ้อยจะทำการทดสอบในอ้อยตอ 2 หรือ ตอ 3 เพื่อสับกลบใบอ้อย เพื่อป้องกันการเสียหายของต้นอ้อยที่เกิดขึ้น จากการเกิดไฟไหม้ การทดสอบจะทำการเก็บข้อมูลเพื่อคำนวณหาความสามารถในการทำงาน, ประสิทธิภาพการทำงานเชิงพื้นที่, อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง, ความยาวใบอ้อยหลังจากการสับกลบ, ประสิทธิภาพการสับกลบใบอ้อย

การทดสอบจะใช้ต้นกำลังเป็นรถแทรกเตอร์ขนาด 50, 34 และรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้าเป็นต้นกำลังติดพ่วงจอบหมุนต้นแบบสำหรับทำงานในแปลงอ้อยของเกษตรกร

ผลการทดสอบการทำงานในแปลงของเกษตรกรสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 50 แรงม้า

ในแปลงของเกษตรกรที่จังหวัดกาญจนบุรี มีดังนี้ การทดสอบใช้รถแทรกเตอร์คูโบต้า M 5000 ที่เกียร์รถแทรกเตอร์ low 2 ที่ความเร็วรอบเพลาอำนวยกำลัง 540 รอบต่อนาที ความเร็วรอบของรถแทรกเตอร์ที่ 2,800 รอบต่อนาที รูปการทดสอบจอบหมุนสับกลบใบอ้อยติดพ่วงรถแทรกเตอร์ขนาด 50 แรงม้า แสดงในรูปที่ 15 ผลการทดสอบจอบหมุนสับกลบใบอ้อยสำหรับติดพ่วงรถแทรกเตอร์ขนาด 50 แรงม้า แสดงในตารางที่ 2

รูปที่ 15 ทดสอบจอบหมุนสับกลบใบอ้อยติดพ่วงรถแทรกเตอร์ 50 แรงม้า

<u>ตารางที่ 2</u> ผลการทดสอบจอบหมุนสับกลบใบอ้อยติดพ่วงรถแทรกเตอร์ขนาด 50 แรงม้า

รายการ	
สภาพแปลงทดสอบ	
- ขนาดแปลง (กว้างxยาว), (เมตร)	6.4x147
- ความชื้นดิน (มาตรฐานแห้ง), (%)	12.43
- ความยาวใบอ้อยก่อนการสับ (เซนติเมตร)	119.2
- น้ำหนักใบอ้อยต่อพื้นที่ (กิโลกรัม/ไร่)	2,060
- ความหนาของใบอ้อย (เซนติเมตร)	18
ผลการทดสอบ	
- ความเร็วในการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ (เมตร/วินาที)	0.58
- หน้ากว้างในการทำงาน (เมตร)	0.8
- ความสามารถในการทำงานทางทฤษฎี (ไร่/ชั่วโมง)	2.09
- ความสามารถในการทำงานจริง (ไร่/ชั่วโมง)	1.85
- ประสิทธิภาพการทำงาน (%)	83.6
- อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร/ไร่)	3.25
- ความยาวใบอ้อยหลังการสับ (เซนติเมตร)	28.3
- ความสามารถในการสับกลบใบอ้อย (%)	86.65

จากตารางที่ 2 พบว่า จอบหมุนเมื่อติดพ่วงกับรถแทรกเตอร์ขนาด 50 แรงม้า สามารถสับกลบใบอ้อยที่ความหนาของใบอ้อยที่ 18 เซนติเมตรได้ โดยมีความสามารถในการทำงาน 1.85 ไร่ต่อชั่วโมง มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่ 3.25 ลิตรต่อไร่ มีความสามารถในการสับกลบใบอ้อย 86.65%

ผลการทดสอบการทำงานในแปลงของเกษตรกรสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้า

ในแปลงของเกษตรกรที่จังหวัดกาญจนบุรี มีดังนี้ การทดสอบใช้รถแทรกเตอร์คูโบต้า L 3408 ที่เกียร์รถแทรกเตอร์ low 2 ที่ความเร็วรอบเพลาอำนวยกำลัง 540 รอบต่อนาที ความเร็วรอบของรถแทรกเตอร์ที่ 2,500

รอบต่อนาที รูปการทดสอบจอบหมุนสับกลบใบอ้อยติดพ่วงรถแทรกเตอร์ขนาด 50 แรงม้า แสดงในรูปที่ 16 ผลการทดสอบจอบหมุนสับกลบใบอ้อยสำหรับติดพ่วงรถแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้า แสดงในตารางที่ 3

รูปที่ 16 ทดสอบจอบหมุนสับกลบใบอ้อยติดพ่วงรถแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้า

<u>ตารางที่ 3</u> ผลการทดสอบจอบหมุนสับกลบใบอ้อยติดพ่วงรถแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้า

รายการ	
สภาพแปลงทดสอบ	
- ขนาดแปลง (กว้างxยาว), (เมตร)	6.4x147
- ความชื้นดิน (มาตรฐานแห้ง), (%)	11.05
- ความยาวใบอ้อยก่อนการสับ (เซนติเมตร)	132
- น้ำหนักใบอ้อยต่อพื้นที่ (กิโลกรัม/ไร่)	1,960
- ความหนาของใบอ้อย (เซนติเมตร)	14
ผลการทดสอบ	
- ความเร็วในการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ (เมตร/วินาที)	0.57
- หน้ากว้างในการทำงาน (เมตร)	0.8
- ความสามารถในการทำงานทางทฤษฎี (ไร่/ชั่วโมง)	2.05
- ความสามารถในการทำงานจริง (ไร่/ชั่วโมง)	1.91
- ประสิทธิภาพการทำงาน (%)	93.08
- อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร/ไร่)	3.12
- ความยาวใบอ้อยหลังการสับ (เซนติเมตร)	32.6
- ความสามารถในการสับกลบใบอ้อย (%)	75.3

จากตารางที่ 3 พบว่า จอบหมุนเมื่อติดพ่วงกับรถแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้า สามารถสับกลบใบอ้อยที่ความหนาของใบอ้อยที่ 14 เซนติเมตรได้ โดยมีความสามารถในการทำงาน 1.91 ไร่ต่อชั่วโมง มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่ 3.12 ลิตรต่อไร่ มีความสามารถในการสับกลบใบอ้อย 93.08%

ผลการทดสอบการทำงานในแปลงของเกษตรกรสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า

ในแปลงของเกษตรกรที่จังหวัด กาญจนบุรี มีดังนี้ การทดสอบใช้รถแทรกเตอร์คูโบต้า L 2420 ที่เกียร์รถแทรกเตอร์ low 3 ที่ความเร็วรอบเพลาอำนวยกำลัง 540 รอบต่อนาที ความเร็วรอบของรถแทรกเตอร์ที่ 2,500 รอบต่อนาที

สำหรับจอบหมุนติดพ่วงรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า สามารถทำงานในระหว่างแถวของอ้อยได้ จึงสามารถใช้สับกลบใบอ้อย และ กำจัดวัชพืชได้ด้วย

ผลการทดสอบการพรวนสับกลบใบอ้อยในแปลงของเกษตรกรสำหรับรถแทรกเตอร์ 24 แรงม้า

การทดสอบใช้รถแทรกเตอร์คูโบต้า L 2420 ที่เกียร์รถแทรกเตอร์ low 3 ที่ความเร็วรอบเพลาอำนวยกำลัง 540 รอบต่อนาที ความเร็วรอบของรถแทรกเตอร์ที่ 2,400 รอบต่อนาที รูปการทดสอบจอบหมุนสับกลบใบอ้อยติดพ่วงรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า แสดงในรูปที่ 17 ผลการทดสอบจอบหมุนสับกลบใบอ้อยสำหรับติดพ่วงรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า แสดงในตารางที่ 4

รูปที่ 17 ทดสอบจอบหมุนสับกลบใบอ้อยติดพ่วงรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบจอบหมุนสับกลบใบอ้อยติดพ่วงรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า

รายการ	
สภาพแปลงทดสอบ	
- ขนาดแปลง (กว้าง*ยาว), (เมตร)	6.5*200
- ความชื้นดิน (มาตรฐานแห้ง), (%)	11.47
- ความยาวใบอ้อยก่อนการสับ (เซนติเมตร)	21.5
- น้ำหนักใบอ้อยต่อพื้นที่ (กิโลกรัม/ไร่)	480
- ความหนาของใบอ้อย (เซนติเมตร)	7
ผลการทดสอบ	
- ความเร็วในการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ (เมตร/วินาที)	0.57
- หน้ากว้างในการทำงาน (เมตร)	0.80
- ความสามารถในการทำงานทางทฤษฎี (ไร่/ชั่วโมง)	2.12
- ความสามารถในการทำงานจริง (ไร่/ชั่วโมง)	1.95
- ประสิทธิภาพการทำงาน (%)	91.98
- อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร/ไร่)	1.58
- ความยาวใบอ้อยหลังการสับ (เซนติเมตร)	11.2
- ความสามารถในการสับกลบใบอ้อย (%)	79.24

จากตารางที่ 4 พบว่า จอบหมุนเมื่อติดพ่วงกับรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า สามารถสับกลบใบอ้อยที่ความหนาของใบอ้อยที่ 7 เซนติเมตรได้ โดยมีความสามารถในการทำงาน 2.12 ไร่ต่อชั่วโมง มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่ 1.58 ลิตรต่อไร่ มีความสามารถในการสับกลบใบอ้อย 91.98%

ผลการทดสอบกำจัดวัชพืชในร่องอ้อยของเกษตรกรสำหรับรถแทรกเตอร์ 24 แรงม้า

การทดสอบใช้รถแทรกเตอร์คูโบต้า L 2420 ที่เกียร์รถแทรกเตอร์ low 3 ที่ความเร็วรอบเพลาอำนวยกำลัง 540 รอบต่อนาที ความเร็วรอบของรถแทรกเตอร์ที่ 2,400 รอบต่อนาที รูปการทดสอบจอบหมุนกำจัดวัชพืช ติดพ่วงรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า แสดงในรูปที่ 18 ผลการทดสอบจอบหมุนกำจัดวัชพืชสำหรับติดพ่วงรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า แสดงในตารางที่ 5

รูปที่ 18 ทดสอบจอบหมุนกำจัดวัชพืชติดพ่วงรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า

<u>ตารางที่ 5</u> ผลการทดสอบจอบหมุนกำจัดวัชพืช ติดพ่วงรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า

รายการ	
สภาพแปลงทดสอบ	
- ขนาดแปลง (กว้าง*ยาว), (เมตร)	6.5*200
- ความชื้นดิน (มาตรฐานแห้ง), (%)	12.56
- น้ำหนักวัชพืชก่อนการสับกลบ (กิโลกรัม/ไร่)	780
ผลการทดสอบ	
- ความเร็วในการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ (เมตร/วินาที)	0.57
- หน้ากว้างในการทำงาน (เมตร)	0.80
- ความสามารถในการทำงานทางทฤษฎี (ไร่/ชั่วโมง)	2.06
- ความสามารถในการทำงานจริง (ไร่/ชั่วโมง)	1.98
- ประสิทธิภาพการทำงาน (%)	96.12
- อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร/ไร่)	1.35
- น้ำหนักวัชพืชหลังการสับกลบ (กิโลกรัม/ไร่)	19.04
- ประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืช (%)	97.55

จากตารางที่ 5 พบว่า จอบหมุนเมื่อติดพ่วงกับรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า สามารถใช้สับกลบวัชพืชได้ด้วย โดยมีความสามารถในการทำงาน 2.05 ไร่ต่อชั่วโมง มีความสามารถในการกำจัดวัชพืช 97.55%

วิเคราะห์ค่าใช้จ่าย

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อคำนวณหาค่าใช้จ่ายในการใช้งานและจุดคุ้มทุนในการลงทุนซื้อเครื่องจักรกลในการสับกลบใบอ้อย

การคำนวณต้นทุนการถือครองการใช้งานเครื่องจักรกลการเกษตร

ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายในการใช้หรือถือครองเครื่องจักรกลเกษตรคำนวณจากผลรวมต้นทุนคงที่ และต้นทุนผันแปรมีสูตรในการคำนวณดังนี้

ต้นทุนคงที่ ประกอบด้วย ค่าเสื่อมราคา ค่าดอกเบี้ย แต่ในครั้งนี้เฉพาะค่าเสื่อมราคาและค่าดอกเบี้ยเท่านั้นที่นำมาคิดต้นทุน ส่วนค่าโรงเรือน ค่าภาษี และค่าประกัน ไม่นำมาพิจารณา ทั้งนี้เนื่องจากส่วนใหญ่ไม่มีการสร้างโรงเรือนเพื่อเก็บรักษาเครื่องจักรกลเกษตรเป็นการเฉพาะ หรือหากมีการสร้างแต่เป็นการสร้างแบบง่ายๆ มีค่าใช้จ่ายไม่มากนักตลอดจนไม่พบว่ามีการจ่ายภาษี และทำประกันภัยให้กับเครื่องจักรกลเกษตร โดยคำนวณจากสมการดังนี้

ต้นทุนคงที่ = ค่าเสื่อมราคา + ดอกเบี้ย

ค่าเสื่อมราคา = (P-S)/L

ค่าดอกเบี้ย = (P+S)/2*(i/100)

โดยที่ P = ราคาซื้อเครื่องจักร (บาท)

S = ราคาซากของเครื่องจักร (บาท)

L = อายุการใช้งานเครื่องจักร (ปี)

i = อัตราดอกเบี้ย (เปอร์เซนต์ต่อปี)

ต้นทุนผันแปร เป็นค่าใช้จ่าย ที่ขึ้นอยู่กับการปฏิบัติงานประกอบด้วย ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าน้ำมันหล่อลื่น ค่าซ่อมบำรุงรักษา ค่าแรงงานคนขับ

คำนวณจุดคุ้มทุนของการใช้งานจอบหมุนติดรถแทรกเตอร์ ในกรณีที่เกษตรกรมีรถแทรกเตอร์ 34 และ 50 แรงม้า

ในกรณีนี้จะคิดจากค่าเฉลี่ยการทำงานเมื่อติดพ่วงกับรถแทรกเตอร์ขนาด 34 และ 50 แรงม้า

ราคาต้นทุนจอบหมุนติดรถแทรกเตอร์ขนาด 34 และ 50 แรงม้า ราคา 65,000 บาท

อายุการใช้งานจอบหมุน 7 ปี

ราคาจอบหมุนหลังจากหมดอายุการใช้งาน 0 บาท

อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ร้อยละ 10

จำนวนชั่วโมงในการทำงาน 8 ชั่วโมง/วัน

อัตราการทำงาน 2 ไร่/ชั่วโมง

ค่าบำรุงรักษาจอบหมุน 5.33 % ของต้นทุนต่อ 100 ชั่วโมง

ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง 30 บาท/ลิตร

อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 3 ลิตร/ไร่

สมมติให้ใช้จอบหมุนเตรียมดินปีละ x ไร่

ค่าต้นทุนคงที่

ค่าเสื่อมราคาของจอบหมุน (65,000-0)/7 = 9,285.71/x บาท/ไร่

ค่าดอกเบี้ยในการลงทุนของจอบหมุน (65.000+0)/0.1/2 = 3,250/x บาท/ไร่

ค่าต้นทุนผันแปร

ค่าใช้จ่ายจากน้ำมันเชื้อเพลิง 90 บาท/ไร่

ค่าใช้จ่ายจากคนขับ และ แทรกเตอร์ 200 บาท/ไร่

ค่าบำรุงรักษาจอบหมุน (5.33*65,000)/(100*100*2) = 17.32x บาท/ไร่

ค่าใช้จ่ายทั้งหมด = 90+200+9,285.71/x +3,250/x บาท/ไร่ = 290+12535.71/X บาท/ไร่ (1)

จุดคุ้มทุนของการใช้งานจอบหมุนสำหรับสับกลบใบอ้อย สามารถคำนวณได้เมื่อ ต้นทุนในการใช้งานจอบหมุนในสมการ (1) เท่ากับค่าจ้างในการสับกลบใบอ้อย โดยค่าจ้างในการสับกลบใบอ้อยไร่ละ 350 บาท

ต้นทุนในการใช้งานจอบหมุนสำหรับการเตรียมดิน =ค่าจ้างในการสับกลบใบอ้อย

290+12535.71/X = 350

X = 208.93 ไร่/ปี

คำนวณจุดคุ้มทุนของการใช้งานจอบหมุนติดรถแทรกเตอร์ ในกรณีที่เกษตรกรมีรถแทรกเตอร์ 24 แรงม้า

ในกรณีของการใช้จอบหมุนกับรถแทรกเตอร์ 24 แรงม้า สามารถใช้งานทั้งการสับกลบใบอ้อย และการกำจัดวัชพืช ดังนั้นจะทำการวิเคราะห์การใช้งานทั้งสองกรณี

ราคาจอบหมุนสับกลบใบอ้อยและกำจัดวัชพืชสำหรับรถ 24 แรงม้า 39,000 บาท

อายุการใช้งานจอบหมุน 7 ปี

ราคาจอบหมุนหลังจากหมดอายุการใช้งาน 0 บาท

อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ร้อยละ 10

จำนวนชั่วโมงการทำงาน 8 ชั่วโมง/วัน

อัตราการสับกลบใบอ้อย 1.95 ไร่/ชม

อัตราการกำจัดวัชพืช 2.05 ไร่/ชม

ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง 30 บาท/ลิตร

อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงสับกลบใบอ้อย 1.58 ลิตร/ไร่

อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงกำจัดวัชพืช 1.35 ลิตร/ไร่

สมมติให้จอบหมุนพรวนดินและกำจัดวัชพืช ปีละ x ไร่

ค่าแรงคนขับและรถแทรกเตอร์ 200 บาท/ไร่

การคำนวณต้นทุนการใช้งานสำหรับการสับกลบใบอ้อยและการกำจัดวัชพืช คำนวณจากผลรวมของค่าใช้จ่ายคงที่ต่อปีและค่าใช้จ่ายผันแปรต่อปีโดย

ค่าต้นทุนคงที่

ราคาจอบหมุน 39,000 บาท

ค่าเสื่อมราคา = (39,000-0)/7 = 5,571/x บาท/ไร่

ค่าดอกเบี้ยในการลงทุน (39.000+0)/0.1/2= 1,950/x บาท/ไร่

ต้นทุนผันแปร

ค่าใช้จ่ายจากน้ำมันเชื้อเพลิงสับกลบใบอ้อย 58.5 บาท/ไร่

ค่าใช้จ่ายจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงกำจัดวัชพืช 61.8 บาท/ไร่

ค่าใช้จ่ายจากคนขับ และ แทรกเตอร์สำหรับกำจัดวัชพืชและสับกลบใบอ้อย 400 บาท/ไร่

ค่าบำรุงรักษาจอบหมุน (5.33*39,000)/(100*100*2) = 10.39x บาท/ไร่

ค่าใช้จ่ายทั้งหมด = 58.5+61.8+400+5,571/x +1,950/x บาท/ไร่ = 520.3+7,521/X บาท/ไร่ (1)

จุดคุ้มทุนของการใช้งานจอบหมุนสำหรับสับกลบใบอ้อย สามารถคำนวณได้เมื่อ ต้นทุนในการใช้งานจอบหมุนในสมการ (1) เท่ากับค่าจ้างในการสับกลบใบอ้อย โดยค่าจ้างในการสับกลบใบอ้อยไร่และกำจัดวัชพืชไร่ละ 750 บาท

ต้นทุนในการใช้งานจอบหมุนสำหรับการเตรียมดิน =ค่าจ้างในการสับกลบใบอ้อย

$$520.3+7,521/X = 750$$

$$X = 32.74 \text{ ไร่/ปี}$$

วิจารณ์ผลผลการทดสอบและพัฒนาจอบหมุนเพื่อสับกลบใบอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ ขนาดต่ำกว่า 80 แรงม้า

จากผลการทดสอบจะเห็นได้ว่า การพัฒนาจอบหมุนเพื่อสับกลบใบอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์นั้น สามารถพัฒนาให้ใช้งานได้ตั้งแต่ 24-50 แรงม้า โดยมีค่าความสามารถในการทำงาน การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและอื่นๆ ดังได้กล่าวมาแล้ว นอกจากนั้นยังสามารถใช้จอบหมุนเพื่อสับกลบใบอ้อยในการกำจัดวัชพืชได้อีกด้วย

ผลการวิจัยและพัฒนาเครื่องเก็บและสับใบและเศษซากอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ ขนาดต่ำกว่า 80 แรงม้าลงมามีดังนี้

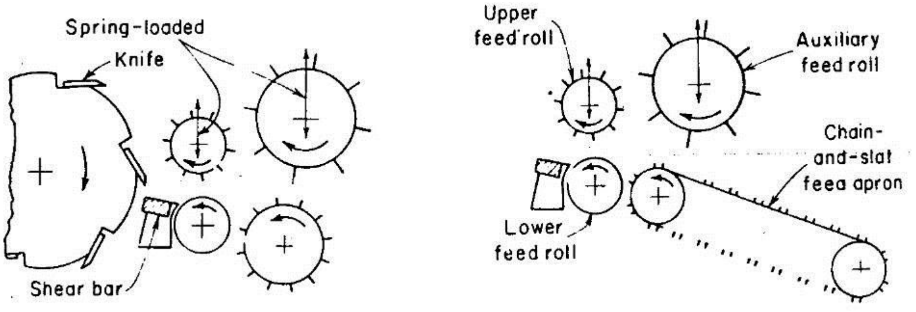
ผลการตรวจเอกสาร

ในปี 2540 ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ได้พัฒนาจอบหมุนโดยการถอดใบมีดที่อยู่ตรงกับแถวอ้อยออกแล้วใช้จอบหมุนคร่อมร่องอ้อย ซึ่งจากผลการทดลองโดย อรรถสิทธิ์ บุญธรรม และคณะในปี 2544 พบว่า การใช้จอบหมุนสับใบและเศษซากอ้อยคลุกเคล้าลงดินได้ดี แต่มีข้อแม้ว่าใบอ้อยถ้าหนาจะพันใบมีด

จากการสำรวจเบื้องต้น ในปี 2544-2545 ได้มีการนำเข้าจอบหมุนพรวนดินสำหรับอ้อยแบบ 2 แถว จากต่างประเทศ ซึ่งใช้การทำงานแบบคร่อมร่องอ้อย เนื่องจากอ้อยตอที่งอกขึ้นมามีลำต้นสูง ดังนั้นโครงสร้างของจอบหมุนจึงต้องมีขนาดค่อนข้างสูงใหญ่เทอะทะและมีกลไกค่อนข้างยุ่งยาก นอกจากนั้นยังต้องใช้ต้นกำลังเป็นรถแทรกเตอร์ขนาดใหญ่ทำให้การทำงานไม่สะดวก อีกทั้งแม้ว่าจะมีการพยายามลอกเลียนจอบหมุนดังกล่าวโดยมีโรงงานท้องถิ่นแต่จอบหมุนยังมีราคาแพง จึงทำให้ไม่แพร่หลายมากนัก ในปี 2548 สุภาษิต และคณะ ได้ออกแบบจอบหมุนสำหรับพรวนดินและสับใบอ้อยให้พ่วงรถแทรกเตอร์ขนาด 80-90 แรงม้า โดยติดพ่วงแบบ 3 จุด ออกแบบให้เยื้องขวาเพื่อสับกลบใบอ้อยในร่องอ้อย ซึ่งจะทำงานได้ในแปลงที่มีระยะการปลูกอ้อยตั้งแต่ 1.2 เมตรเป็นต้นไป การทำงานของจอบหมุนนี้ได้รับกำลังจากเพลาอำนวยกำลังของรถแทรกเตอร์ที่มีความเร็วรอบ 540 รอบต่อนาที เพื่อส่งกำลังไปยังห้องเกียร์แล้วถ่ายทอดไปยังเฟืองโซ่ซึ่งอยู่ด้านข้างแล้วส่งกำลังไปหมุนเพลาจอบหมุนด้วยความเร็วรอบ 500 รอบต่อนาที เพลาจานหมุนมีจานยึดใบจอบหมุน 4 จาน ในแต่ละจานมีใบจอบหมุนแบบ L ผสม C 6 ใบ ชุดใบจอมหมุนทั้งหมดเรียงตัวเป็นเกลียวลักษณะที่ไม่ให้ใบกระทบพื้นดินพร้อมกัน ซึ่งใช้กำลังในการทำงานน้อยสุด โดยจอบหมุนที่ออกแบบมีประสิทธิภาพการทำงานเชิงพื้นที่ 89.64% ความยาวใบอ้อยก่อนการสับกลบ 257.8 มิลลิเมตร ความยาวใบอ้อยหลังสับกลบ 58.9 มิลลิเมตร คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ใบที่สั้นลง

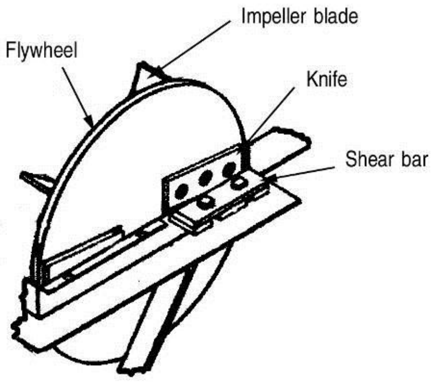
78.6 เปอร์เซ็นต์ การกลบใบอ้อย 96 เปอร์เซ็นต์ โดยมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 4.11 ลิตรต่อไร่ ซึ่งเกษตรกรบางรายยังคิดว่าเป็นการสิ้นเปลืองที่จะลงทุน เพราะต้องมีรถแทรกเตอร์ขนาดใหญ่และใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในการสับกลบใบอ้อยค่อนข้างสูง

ระบบการป้อนและสับ ซึ่ง R.A. Kepner Roy Bainer และ E.L. Barger กล่าวไว้ว่า โดยทั่วไประบบการป้อนและสับมี 2 ลักษณะ ดังแสดงในรูปที่ 19 ซึ่งเป็นแบบลูกกลิ้งทั้งหมด และแบบเป็นลูกกลิ้งพร้อมโซ่และเหล็กพา ซึ่งแบบลูกกลิ้งทั้งหมด อาจมีมากกว่า 4 ลูกก็ได้ ระบบการป้อนใช้ระบบคลัชหรือ

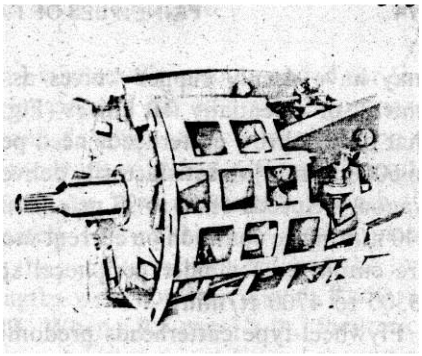


รูปที่ 19 แสดงระบบการป้อนและสับ

เกียร์ในการป้อน สามารถหยุด หรือถอยกลับได้หาเกิดการป้อนมากเกินไป การทำงานของลูกกลิ้งบนและลูกกลิ้งล่างคือกดให้วัสดุถูกตัดได้ และเป็นตัวป้อนวัสดุให้หัวตัด ลูกกลิ้งตัวล่างโดยปกติจะมีผิวเรียบ ส่วนลูกกลิ้งตัวบนจะเป็นแถบๆ เพื่อให้จับยึดวัสดุที่จะตัดได้ดี ลูกกลิ้งบนและลูกกลิ้งล่างจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็ก และอยู่ติดกับระนาบหรือรัศมีการตัดของใบมีด เพื่อไม่ให้วัสดุที่จะถูกตัดถูกดึงเข้าไปโดยใบมีด ในการป้อนวัสดุ ความเร็วในการป้อนวัสดุของลูกกลิ้งทุกลูกต้องเหมือนกัน ในการหาความเร็วในการป้อนวัสดุต้องพิจารณาถึงเส้นผ่านศูนย์กลางที่แท้จริงของลูกกลิ้งที่มีรอยหยักหรือแถบ ซึ่งจะมีค่าน้อยกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเล็กน้อย ลูกกลิ้งตัวบนจะมีแรงกดสปริงคอยกดไว้ เพื่อขนาดที่แตกต่างกันของวัสดุที่ถูกป้อนเข้ามาลูกกลิ้งก็จะสามารถขยับขึ้นลงได้ พื้นที่หน้าตัดของช่องทางออกของวัสดุที่ถูกตัดแล้วสามารถหาได้จาก ความกว้างของตัวลูกกลิ้งป้อนที่น้อยที่สุดคูณกับระยะห่างที่มากที่สุดระหว่างลูกกลิ้งตัวบนและลูกกลิ้งตัวล่าง ช่องทางออกของวัสดุจะเป็นปัจจัยหลักตัวหนึ่งในการกำหนดอัตราความเร็วในการสับ สำหรับหัวตัดโดยทั่วไปมี 2 ชนิดคือ แบบล้อช่วยแรง (flywheel-type) และแบบทรงกระบอก (cylinder-type) ดังแสดงในรูปที่ 20 ซึ่งหัวตัดทั้ง 2 แบบนี้มักนิยมใช้กับแปลงพืช



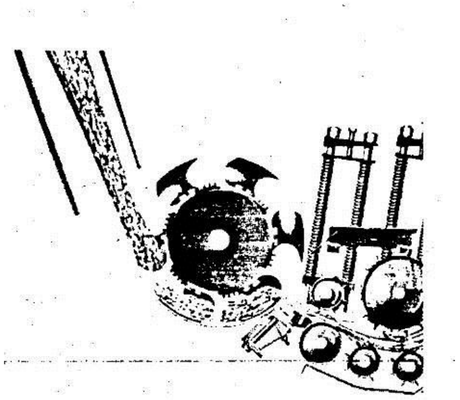
หัวตัดแบบล้อช่วยแรง



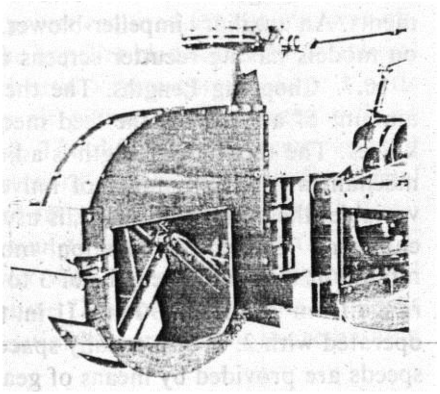
หัวตัดแบบทรงกระบอก

รูปที่ 20 แสดงหัวตัดทั้ง 2 ชนิด

หัวตัดทั้งสอบแบบนี้จะติดใบมีดเอียงจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่งเพื่อให้เกิดความต้องการแรงบิดน้อยที่สุด หัวตัดแบบใบมีดล้อช่วยแรงนี้ติดใบมีดประมาณ 4 ถึง 6 ใบ หัวตัดแบบทรงกระบอกจะติดใบมี 6 ใบ ซึ่งเส้นผ่านศูนย์กลางเมื่อติดใบนี้ตามที่กล่าวมาแล้วนี้จะมีค่าประมาณ 380-460 มิลลิเมตร หรือถ้าติดใบมี 9 ใบ จะมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 610 มิลลิเมตร ซึ่งหัวตัดทั้งสองแบบออกแบบให้สามารถถอดใบมีดออกได้บ้างเพื่อให้สามารถเพิ่มความยาวของวัสดุที่ถูกตัดได้ แต่ระยะห่างระหว่างใบมีดต้องเท่าๆ กันเพื่อให้หัวตัดสมดุลย์ หัวตัดแบบล้อช่วยแรงจะมีใบพัดติดอยู่ 3-4 ใบ โดยรอบเพื่อที่จะเหวี่ยงวัสดุที่ถูกตัดแล้วออกไปทางปล่องสู่รถบรรทุก หัวตัดแบบทรงกระบอกจะทำหน้าที่เหวี่ยงวัสดุที่ถูกตัดแล้วออกไปโดยใบมิดตัวเองไปยังช่องเก็บใกล้ๆ หรือจะทำการติดตั้งใบพัดด้านหลังของหัวตัดก็ได้ หัวตัดที่ออกแบบให้เหวี่ยงวัสดุออกไปเองใบมีดจะมีลักษณะเป็นรูปถ้วย แสดงในรูปที่ 21 ส่วนรูปที่ 22 แสดงหัวตัดแบบทรงกระบอกใช้ใบพัดช่วยส่งวัสดุที่ถูกตัดออก ความเร็วเชิงเส้นของหัวตัดที่จะสามารถเหวี่ยงวัสดุที่ตัดออกไปต้องมีความเร็วประมาณ 28-30 เมตรต่อวินาที เพื่อให้เพียงพอที่จะส่งวัสดุที่ถูกตัดแล้วออกไปยังรถบรรทุกด้านหลัง อัตราความเร็วเชิงเส้น 30-33 เมตรต่อวินาที สำหรับเพลาอำนวยกำลัง 540 รอบต่อนาที จะเป็นค่าที่นำมาใช้กันโดยทั่วไป เมื่อนำใบพัดมาติดตั้งเพิ่ม สำหรับหัวตัดแบบทรงกระบอกจะมีความเร็วเชิงเส้นประมาณ 18-24 เมตรต่อวินาที แต่เดิมล้อตัดแบบล้อช่วยแรงมักจะนำมาใช้กันในแปลงพืช เนื่องจากเป็นรูปแบบที่ง่ายสำหรับเครื่องที่ติดตั้งอยู่กับที่ และต้องติดตั้งใบพัดเพื่อส่งวัสดุที่ถูกตัดแล้วขึ้นไปบนไซโลสูงๆ แต่ในปัจจุบันเครื่องสับที่ใช้ในแปลงส่วนใหญ่จะเป็นแบบหัวตัดทรงกระบอกเนื่องจากเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวตัดทรงกระบอกจะเล็กกว่าแบบหัวตัดล้อช่วยแรง มีอัตราการสับมากกว่า โดยไม่ต้องเพิ่มรอบความเร็วซึ่งทำให้กินกำลังไม่มาก การตัดให้สมบรูณ์จำเป็นต้องรักษาระยะห่างระหว่างใบมีดกับแท่นรองตัด ซึ่งหัวตัดแบบทรงกระบอกทำได้ง่ายกว่ามีความเสียหายน้อยสำหรับหัวตัดแบบทรงกระบอกถ้าหากมีวัสดุแปลกปลอมถูกป้อนเข้าไป



รูปที่ 21 แสดงหัวตัดทรงกระบอก ติดใบมีดรูปถ้วย

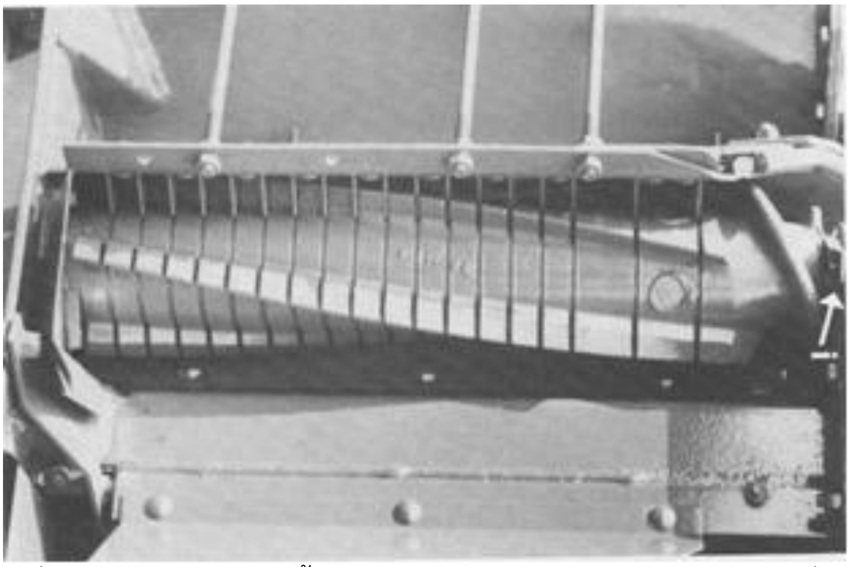


รูปที่ 22 แสดงชุดพัดลมที่นำมาติดกับหัวตัดแบบทรงกระบอก

การทดแทนใบมีดทำได้ง่ายกว่า หัวตัดแบบทรงกระบอกเป็นที่ต้องการในการตัดหญ้าแห้ง การตัดทำหญ้าหมักซึ่งเหล่านี้เป็นตัวกระตุ้นให้มีการพัฒนาชุดตะแกรงตัดซ้ำ ติดตั้งในหัวตัดทรงกระบอก ดังรูปที่ 22 ซึ่งชุดตะแกรงนี้บางครั้งก็ถูกนำไปใช้กับพืชอื่นๆ ด้วย ตะแกรงจะเป็น สี่เหลี่ยมขนาด 13 มม. คูณ 102 มม. ซึ่งบางครั้งตะแกรงก็อาจเป็นรูปยาวรี รูตะแกรงขนาดใหญ่จะนำมาใช้เพื่อทำหญ้าหมักความชื้นต่ำ ตะแกรงแบบตัดซ้ำนี้จะมีความต้องการใช้กำลังในการทำงานมากขึ้น และต้องการใบพัดในการเหวี่ยงวัสดุที่ตัดแล้วออกไปด้วย ความยาวของวัสดุที่ถูกตัดตามทฤษฎี จะเป็นตัวกำหนดระบบป้อนและระบบสับ ความยาวการตัดทางทฤษฎีสามารถปรับได้โดยการปรับอัตราการป้อน หรือจำนวนใบมีดบนหัวตัด ซึ่งในปัจจุบันเครื่องสับรุ่นใหม่ถูกปรับให้ความยาววัสดุในการตัดทางทฤษฎีน้อยที่สุด มีความยาวประมาณ 3-6 มิลลิเมตร และมากที่สุดอยู่ที่ประมาณ 25-90 มิลลิเมตร หัวตัดแบบ 6 ใบมีดสามารถถอดใบมีดออกทำงานได้ตั้งแต่ 2 3 และ 6 ใบมีด โดยมีระยะห่างของใบมีดเท่าๆ กัน การปรับอัตราการป้อน จาก 2 ถึง 6 จะทำการปรับเปลี่ยนที่ห้องเกียร์ และหรือเฟืองโซ่ ความยาวที่แท้จริงของวัสดุที่ถูกตัดจะมีค่าใกล้เคียงกับในทางทฤษฎีเมื่อการป้อนเป็นแนวตรง เช่นการปลูกเป็นแถว ของแถวข้าวโพด เป็นต้น เมื่อวัสดุที่ถูกป้อนถูกตัดออกความยาวที่แท้จริงจะมีค่าประมาณ 2 เท่าทางทฤษฎี และมีบางชิ้นถูกสับหลายครั้ง ความยาวทางทฤษฎีของวัสดุที่ถูกตัดนั้นมักจะใช้กันที่ 6 มม. สำหรับสับหญ้าแห้งและหญ้าหมัก Barrington และคณะได้ทดสอบเปรียบเทียบความยาวในการตัดกับความต้องการกำลังที่ใช้ และความหนาแน่น ในกองหญ้าหมักโดยการสับ alfalfa และ brome ผสมกันที่ความชื้น 50 เปอร์เซ็นต์ โดยการใช้ตะแกรงตัดซ้ำโดยมีขนาดรูตะแกรง

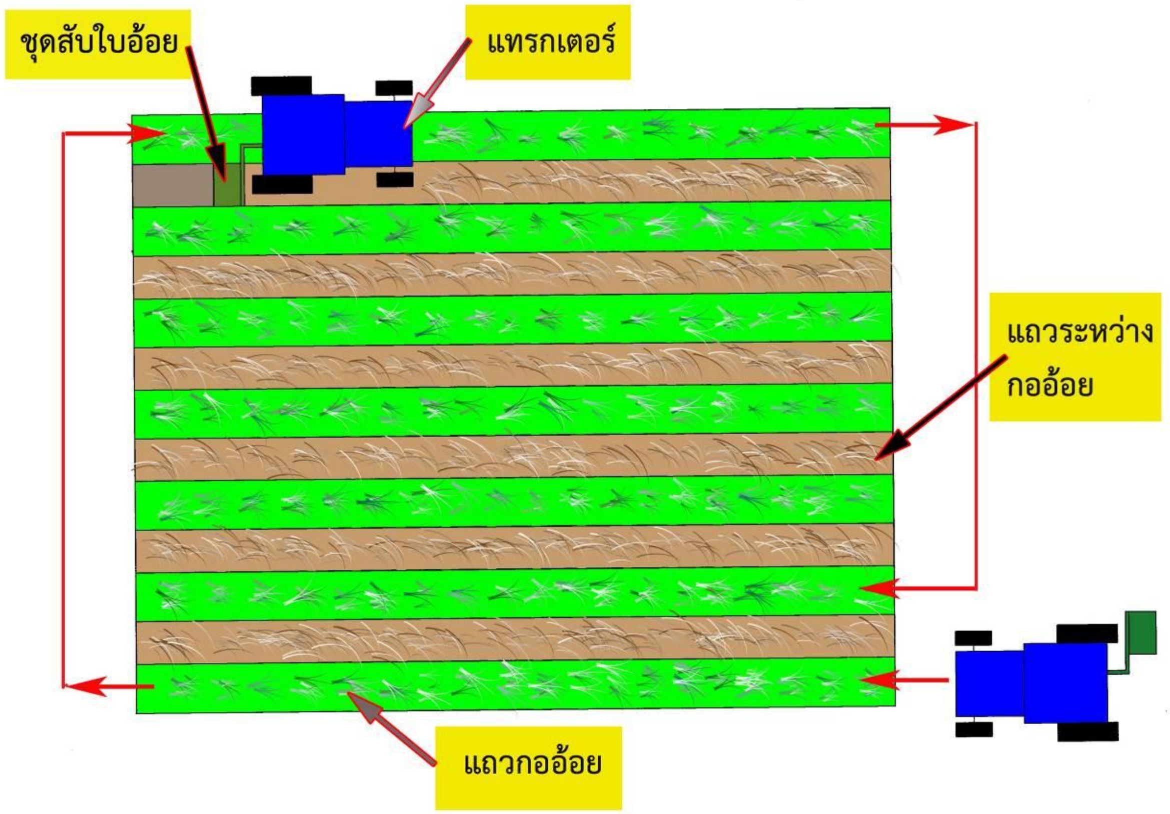
สี่เหลี่ยมจัตุรัส 102 มิลลิเมตร และไม่ใช้ตะแกรงตัดซ้ำ ซึ่งจากการตัดให้ได้ความยาวทางทฤษฎีขนาด 6 มิลลิเมตร แบบไม่มีตะแกรงจะได้ความยาวของวัสดุจริงมากกว่า 38 มิลลิเมตร และหากเพิ่มตะแกรงตัดซ้ำจะลดความยาวลง 5 เปอร์เซ็นต์ การติดตั้งตะแกรงตัดซ้ำนี้เพิ่มความหนาแน่นให้กับกองหญ้าหมัก 8.4 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ต้องการความยาวในการตัดทางทฤษฎี 9.5 มิลลิเมตร ใช้ตะแกรงตัดซ้ำ เปรียบเทียบกับการตัดให้ได้ความยาววัสดุ 6 มิลลิเมตรแบบไม่มีตะแกรง ความหนาแน่นของหญ้าหมักเพิ่มขึ้นเพียง 3.1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากคำแนะนำความยาวทางทฤษฎีของวัสดุที่ถูกตัดควรอยู่ที่ 13 มิลลิเมตรสำหรับในการทำกองข้าวโพดหมัก ซึ่งถ้าหากมีการตัดให้ความยาวของวัสดุที่ถูกตัดน้อยเกินไปก็จะทำให้ เป็นการเพิ่มความต้องการการใช้กำลังงานต่อน้ำหนักมากขึ้น และยังเป็นการลดอัตราในการสับของอุปกรณ์อีกด้วย

ดำเนินการศึกษาอุปกรณ์สับต้นข้าวโพดมาดัดแปลงให้สามารถสับใบและเศษซากอ้อย แล้วนำมาออกแบบเครื่องสับใบและเศษซากอ้อย โดยใช้รูปแบบคล้ายกับเครื่องสับต้นข้าวโพดดังแสดงในรูปที่ 23 โดยออกแบบให้ใช้แกนเพลาชุดลูกตีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.06 เมตร มีชุดลูกตีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.44 เมตร เพื่อดึงใบอ้อยให้เข้าไปปะทะกับชุดใบมีดซึ่งติดอยู่ด้านบนของชุดลูกตี โดยในขั้นแรกออกแบบใบชุดตีเป็นเหล็กเพลากลมเพื่อให้เกิดความแข็งแรง ส่วนชุดใบมีดทำจากเหล็กสปริง เพื่อให้มีความแข็งแรงและสามารถยืดหยุ่นได้ ออกแบบให้ชุดเครื่องสับใบอ้อยติดกับแทรกเตอร์ขนาด 50 แรงม้า โดยการวิ่งคร่อมร่องอ้อยดังแสดงในรูปที่ 24 เนื่องจากรถแทกรเตอร์มีขนาดใหญ่เกินกว่าจะวิ่งในแถวระหว่างกออ้อยได้ ออกแบบให้กำลังจากเพลาอำนวยกำลังรถแทรกเตอร์ผ่านไปยังห้องเกียร์ทด อัตราทด 1.46:1 แล้วส่งกำลังผ่านเฟืองโซ่ไปยังชุดลูกตี โดยมีความเร็วรอบชุดลูกตี ประมาณ 200 รอบ/นาที ดังแสดงในรูปที่ 25 ซึ่งชุดเกียร์และชุดเฟืองทดใช้ขนาดเท่ากับจอบหมุนนาข้าว ที่มีใช้กันแพร่หลายเพื่อให้ได้วัสดุราคาไม่แพง และจากการทดสอบเบื้องต้นพบว่า ใบอ้อยพันเข้าสู่แกนชุดตีโดยไม่มีการสับใบ จึงดำเนินการแก้ไขใหม่โดยสร้างชุดลูกตีมีลักษณะเป็น

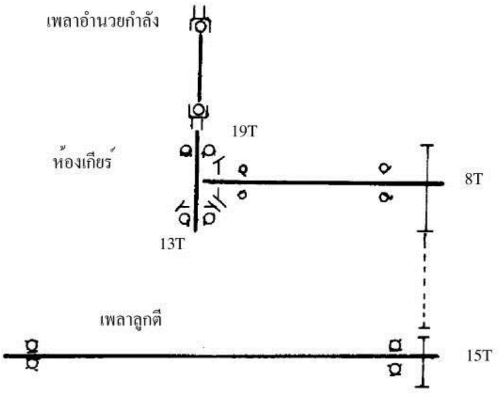


เหล็กพืดแบน และเปลี่ยนชุดใบมีดให้ยาวมากขึ้นและมีช่องว่างระหว่างใบลูกตีกับใบมีดน้อยเพื่อให้สามารถตัดใบอ้อยได้ดีมากขึ้นแสดงในรูป 26 ซึ่งจะได้ดำเนินการทดสอบในแปลงต่อไป

รูปที่ 23 ชุดอุปกรณ์สับต้นข้าวโพด



รูปที่ 24 แสดงรูปแบบของการพ่วงเครื่องสับใบอ้อยแล้ววิ่งคร่อมร่องอ้อยเพื่อสับใบอ้อยระหว่างแถวอ้อย



รูปที่ 25 รูปแบบการส่งกำลังจากรถแทรกเตอร์ไปยังเพลาลูกตี

รูปที่ 26 ชุดลูกตีมีลักษณะเป็นเหล็กพืดแบน

หลังจากได้นำต้นแบบที่แก้ไขแล้วไปทดสอบในแปลง พบว่า ชุดใบมีดรับไม่มีความแข็งแรงเนื่องจากเป็นเหล็กสปริง เมื่อเชื่อมติดกับแผ่นยึดจะเปราะหักง่ายเนื่องจากได้รับความร้อนจากการเชื่อม นอกจากนั้นเกิดการพันของใบอ้อยจนชุดแกนเพลาใบมีดไม่สามารถหมุนได้ ต้องดำเนินการปรับปรุง โดยเปลี่ยนวัสดุชุดใบมีดรับจากเหล็กสปริง เป็นเหล็กเหนียวธรรดาพร้อมลับคมและขยายช่องว่างระหว่างใบมีดให้มากขึ้น เนื่องจากไม่สามารถสับใบอ้อยได้ทัน ใบอ้อยจึงเข้ามาอุดตัน ซึ่งจากการทดลองเบื้องต้นแล้วเห็นได้ว่ารถแทรกเตอร์ขนาด 50 แรงม้าสามารถทำงานได้จึงลดขนาดรถแทรกเตอร์ที่ใช้งานลงเหลือ 34 แรงม้า ซึ่งเป็นแทรกเตอร์ขนาดเล็กลงมาที่เกษตรกรนิยมใช้งานกันมากอีกขนาดหนึ่ง และเป็นการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงในการทำงานอีกทางหนึ่งด้วย แต่ยังคงใช้แทรกเตอร์วิ่งคร่อมแถวกออ้อยเนื่องจากแทรกเตอร์ยังคงมีขนาดใหญ่

หลังจากได้เปลี่ยนวัสดุชุดใบมีดรับเป็นเหล็กเหนียวธรรมดาเรียบร้อยแล้ว จึงได้นำไปทดสอบพ่วงต่อกับแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้า ซึ่งพบว่าสามารถทำงานได้ แต่ยังคงมีปัญหาในการที่ใบอ้อยเข้าไปอัดกับใบรับที่ได้ทำไปใหม่จนในบางครั้งเครื่องหยุดการทำงานเนื่องจากหมุนไปไม่ไหว ต้องเอาใบอ้อยที่เข้ามาอัดนั้นออกไปก่อนจึงจะสามารถทำงานต่อได้แสดงในรูปที่ 27 จึงต้องทำการปรับปรุงใบรับอีกครั้ง โดยการใช้ใบมีดสำหรับใบตัดหญ้าขนาด 4x3 เซนติเมตร มาติดกับแกนที่เชื่อมต่อกับแผงรับอีกครั้งโดยใช้การยึดใบมีดด้วยน้อตจำนวน 2 ตัวต่อใบ ซึ่งใบมีดนี้มีความหนาประมาณ 3 มิลลิเมตร เพื่อให้สามารถตัดใบอ้อยได้ดีขึ้น แล้วดำเนินการทดสอบเบื้องต้นเพื่อดูผลต่อไป

รูปที่ 27 แสดงการใช้แทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้าติดเครื่องสับใบอ้อยและใบอ้อยเข้ามาพันแกนลูกตี

เมื่อได้นำเครื่องสับใบและเศษซากอ้อยที่ได้ปรับปรุงแล้วไปทดสอบปรากฏว่ายังคงมีปัญหาจากการพันที่แกนลูกตี จึงดำเนินการปรับปรุงใหม่ขยายขนาดลูกตีให้ใหญ่ขึ้นโดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพลาประมาณ 0.27 เมตร ส่วนใบลูกตีลดความยาวลงเหลือความยาวฟันลูกตีประมาณ 0.08 เมตรเพื่อให้เหมาะสมและมีความแข็งแรงมากขึ้นและมีเส้นผ่านศูนย์กลางโดยรวมประมาณเท่าเดิม รวมทั้งลดความยาวใบรับให้มีขนาดที่เหมาะสมกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลูกตีที่ได้ปรับปรุงใหม่โดยใช้ใบรับเป็นเหล็กพืดลับคมประกบคู่เพื่อให้เกิดความแข็งแรง ซึ่งต้องดำเนินการทดสอบหาข้อมูลเบื้องต้นต่อไปเพื่อนำมาปรับปรุง

รูปที่ 28 แสดงให้เห็นการขยายขนาดลูกตีให้ใหญ่ขึ้น

หลังจากได้ปรับปรุงเครื่องสับใบและเศษซากอ้อยสำหรับแทรกเตอร์ขนาดกลาง ตามรูปที่ 28 แล้วนำไปทดสอบพบว่าใบอ้อยยังคงมีการอุดตันทำให้ต้องหยุดการทำงานเพื่อดึงใบอ้อยออกจากเครื่อง ตามรูปที่ 29

รูปที่ 29 แสดงให้เห็นว่าใบอ้อยมีการอุดตัน

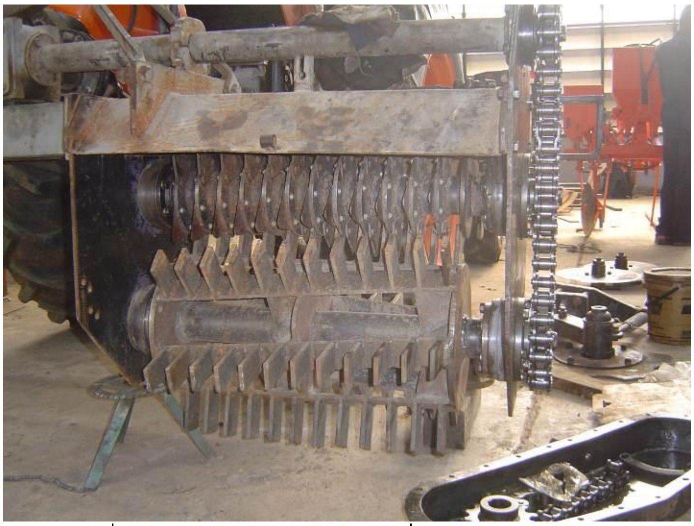
ซึ่งจากการพันของใบอ้อยจึงได้เปลี่ยนวิธีการสับใบแบบใหม่โดยออกแบบให้มี 2 ลูกตีโดยให้ลูกตีด้านบนมีขนาดเล็กกว่าด้านล่าง ตามรูป ที่ 30 โดยให้ลูกตีลูกที่สอง หมุนด้วยความเร็วรอบต่างกับลูกตีแรก โดยการกำหนดจำนวนฟันของเฟืองโซ่ที่ไม่เท่ากัน และสามารถกำหนดให้ลูกตีลูกที่สองหมุนตามหรือหมุนสวนทางกับลูกตีลูกแรกได้ โดยการวางตำแหน่งโซ่ ตามรูปที่ 31 และ 32

รูปที่ 30 แสดงต้นแบบเครื่องสับใบอ้อยแบบ 2 ลูกตี

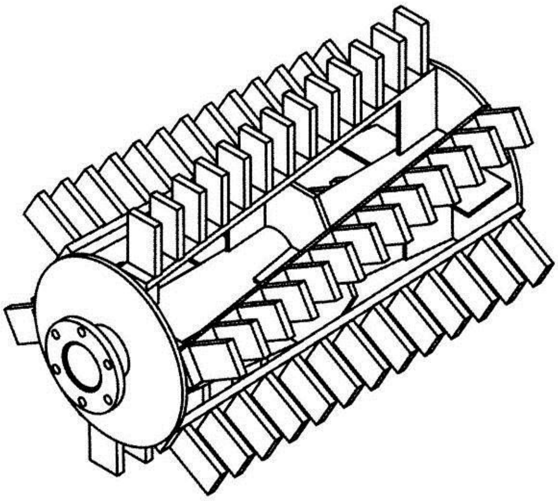
รูปที่ 31 แสดงการใช้โซ่ขับลูกตีหมุนตามกัน

รูปที่ 32 แสดงการใช้โซ่ขับลูกตีหมุนสวนกัน

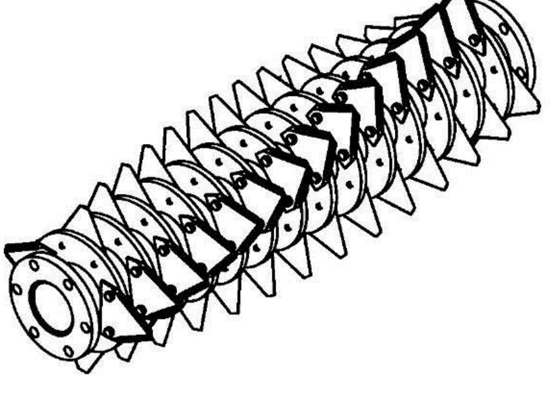
โดยใช้เฟืองโซ่ที่เพลาจากห้องเกียร์ 9 ฟัน เพลาลูกตีบน 11 ฟัน เพลาลูกตีล่าง 9 ฟัน ซึ่งจะได้ความเร็วรอบลูกตีบน 616 รอบ/นาที ความเร็วรอบลูกตีล่าง 504 รอบ/นาที แล้วนำไปทดสอบพบว่าสามารถตีใบอ้อยได้ดี ไม่มีการพันของใบอ้อยจนต้องหยุดดึงใบออก แต่ขนาดความยาวของใบที่สับออกมายังคงมีความยาวมากไป จึงแก้ไขต้นแบบอีกครั้งโดยการเปลี่ยนใบตีของลูกตีตัวบนที่เป็นเหล็กพืดธรรมดาเป็นใบมีดแบบรถเกี่ยวข้าว ดังแสดงในรูป 33 และเปลี่ยนฟันลูกตีให้มีจำนวนมากขึ้นเป็น 13 ฟันต่อแถบ พร้อมกับจานประกอบใบมีดสามเหลี่ยมแบบรถเกี่ยวข้าว จำนวน 14 จาน จานละ 4 ใบมีดเรียงเป็นเกลียว ประมาณ 7 องศา เพื่อไม่ให้ใบตี ตีพร้อมกัน ซึ่งจะทำให้สิ้นเปลืองพลังงานมากกว่า ดังแสดงในรูปที่ 34 และ 35



รูปที่ 33 แสดงการใช้ใบมีดรถเกี่ยวข้าวใส่ในลุกตีบน



รูปที่ 34 แสดงการปรับปรุงลูกตีล่าง โดยเพิ่มจำนวนใบตี และเรียงเป็นเกลียว



รูปที่ 35 แสดงลูกตีบนการติดใบมีดสามเหลี่ยมบนจาน และเรียงเป็นเกลียว

ซึ่งจากผลการทดสอบพบว่า ขนาดความยาวของใบอ้อยยังคงมีความยาวอยู่ จึงปรับปรุงโดยการเปลี่ยนเฟืองเพลาลูกตีใบมีดให้มีความเร็วมากกว่าลูกตีตัวล่างเพื่อให้การสับใบทำได้ละเอียดมากขึ้น โดยดำเนินการเปลี่ยนเฟือง ที่เพลาจากห้องเกียร์มีจำนวนฟันเป็น 12 ฟัน เพลาลูกตีบน 9 ฟัน และเฟืองเพลาลูกตีล่าง 16 ฟัน จะได้ความเร็วรอบเพลาลูกตีบน 672 รอบต่อนาที ความเร็วรอบเพลาลูกตีล่าง 378 รอบต่อนาที โดยสามารถสลับทิศทางการหมุนของเฟืองเพลากลาง (เพลาใบมีด) ได้โดยการใช้ทิศทางการคล้องโซ่ ดังในรูปที่ 36 และ 37 โดยมีเฟืองพยุงโซ่เพิ่มเติม

รูปที่ 36 ลูกตีทั้งสอง หมุนตามกัน

รูปที่ 37 ลูกตีทั้งสองหมุนสวนทาง

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบเครื่องสับใบอ้อย แบบลูกตีหมุนตามกันหน้ากว้างในการทำงาน 0.80 เมตร พ่วงติดกับรถแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้า รถแทรกเตอร์คูโบต้า L 3408 ที่เกียร์รถแทรกเตอร์ low 2 ที่ความเร็วรอบเพลาอำนวยกำลัง 540 รอบต่อนาที ความเร็วรอบของรถแทรกเตอร์ที่ 2,500 รอบต่อนาที ทดสอบที่อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น

รายการ	ข้อมูล
สภาพแปลงทดสอบ	
- ขนาดแปลง (กว้างxยาว), (เมตร)	6.5x195
- ความชื้นดิน (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
- หน้ากว้างในการทำงานทางทฤษฏี (เมตร)	1.65
- ความสามารถในการทำงานทางทฤษฏี (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 7 ผลการทดสอบเครื่องสับใบอ้อยแบบลูกตีหมุนสวนทาง หน้ากว้างในการทำงาน 0.80 เมตร พ่วงติดกับรถแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้า รถแทรกเตอร์คูโบต้า L 3408 ที่เกียร์รถแทรกเตอร์ low 2 ที่ความเร็วรอบเพลาอำนวยกำลัง 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

<u>ตารางที่ 8</u> แสดงกำลังที่ต้องใช้ของแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้าในการทำงานของเครื่องสับใบอ้อยเทียบกับจอบหมุนสับกลบใบอ้อย

ขนาดรถแทรกเตอร์ แรงม้า	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 38 ใบอ้อยที่ผ่านเครื่องสับใบและเศษซากอ้อย

ซึ่งจากผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 6 7 8 และ รูปที่ 38 ได้ขนาดความยาวใบอ้อยขนาดสั้นลงเหลือประมาณ 30 เซนติเมตร ซึ่งเป็นความยาวที่ลดลงจากใบอ้อยเดิมประมาณ 75 เปอร์เซนต์ และการหมุนเพลาใบตีและเพลาใบมีดสวนทางกันให้ใบที่ละเอียดมากกว่าเล็กน้อย จึงได้เลือกใช้การหมุนใบมีดแบบสวนทางกัน นอกจากนั้นกำลังที่ต้องใช้การสับใบอ้อยดังแสดงในตารางที่ 8 ใช้กำลังมากซึ่งสาเหตุน่าจะเกิดจากแก้ไขต้นแบบหลายครั้งพื้นที่ในการแก้ไขมีจำกัดทำให้เพลาลูกตีอาจไม่ได้แนวเส้นตรงเดียวกัน และการหักมุมของข้อโซ่มีมากเป็นสาเหตุทำให้เกิดแรงเสียดทานใช้กำลังมากขึ้น นอกจากนั้นในการใช้แทรกเตอร์วิ่งคร่อมแถวกออ้อยควบคุมความลึกในการทำงานได้ไม่ดีนัก จึงสร้างเครื่องต้นแบบเครื่องสับใบและเศษซากอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า และเพิ่มรอบลูกตีทั้งสองลูกเพื่อให้ตีใบได้สั้นมากขึ้น นอกจากนั้นรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้ายังสามารถใช้วิ่งภายในแถวระหว่างกออ้อยได้ โดยดำเนินการสร้างเครื่องสับใบและเศษซากอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้าซึ่งสามารถวิ่งภายในแถวระหว่างกออ้อยได้ โดยออกแบบให้ลูกตีสองลูกหมุนสวนทางกันโดยมีเฟืองเพลาบนจำนวน 17 ฟัน เฟืองเพลากลาง 10 ฟัน และเฟืองเพลาลูกตีล่างจำนวน 17 ฟัน ซึ่งเป็นความเร็วรอบลูกตีเพลาบน 850 รอบต่อนาที ความเร็วรอบลูกตีเพลาล่าง 500 รอบต่อนาที โดยใช้หัวเกียร์ทดเท่าเดิม 1.46:1 ดังแสดงในรูปที่ 38 และรูปที่ 39

รูปที่ 39 แสดงเครื่องสับใบอ้อยด้านข้าง

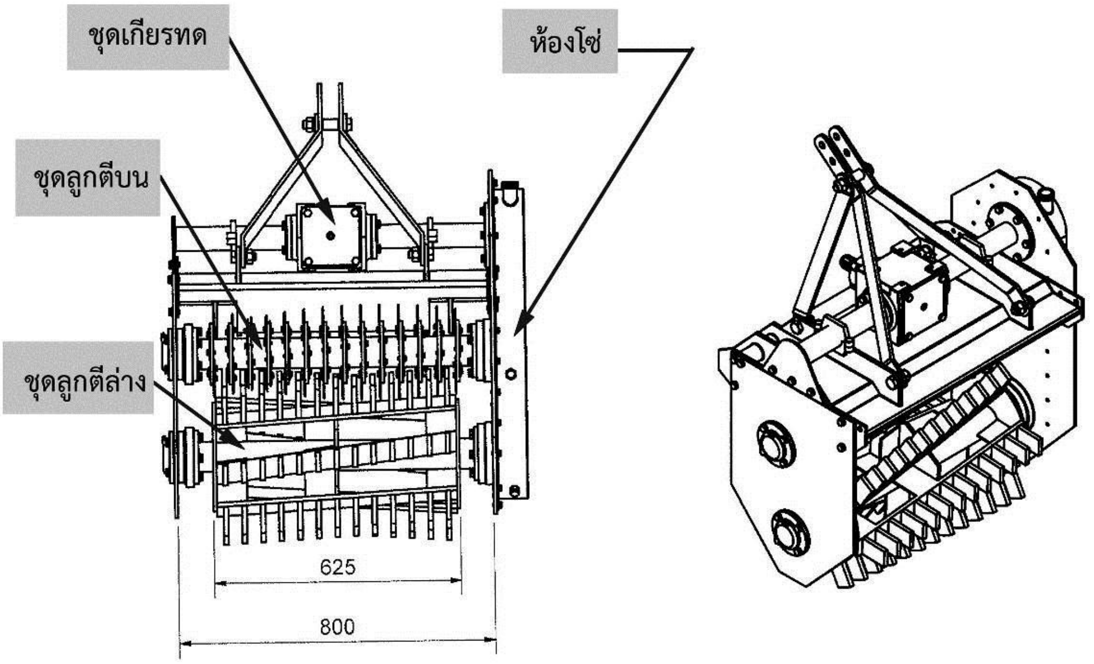
รูปที่ 40 แสดงเครื่องสับใบด้านหลัง

ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 9 10 และรูปที่ 41 ส่วนประกอบของเครื่องสับใบอ้อย แสดงในรูปที่ 42

ตารางที่ 9 ผลการทดสอบเครื่องสับใบอ้อยแบบลูกตีหมุนสวนทาง หน้ากว้างในการทำงาน 0.625 เมตร พ่วงติดกับรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า ใช้รถแทรกเตอร์คูโบต้า L 2420 ที่เกียร์รถแทรกเตอร์ low 2 ที่ความเร็วรอบเพลาอำนวยกำลัง 540 รอบต่อนาที ความเร็วรอบของรถแทรกเตอร์ที่ 2,500 รอบต่อนาที ทดสอบที่อำเภอบ่อพลอย 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 41 แสดงผลการทำงานเครื่องสับใบอ้อยพ่วงแทรกเตอร์ 24 แรงม้า



รูปที่ 42 แสดงโครงสร้างโดยรวมของเครื่องสับใบอ้อยพ่วงรถแทรกเตอร์ 24 แรงม้า

<u>ตารางที่ 10</u> แสดงกำลังที่ต้องใช้ในการทำงานของเครื่องสับใบอ้อยเทียบกับจอบหมุนสับกลบใบอ้อย

ขนาดรถแทรกเตอร์ แรงม้า	อุปกรณ์ที่พ่วงต่อกับแทรกเตอร์	รูปแบบของแทรกเตอร์ทำงานในแปลงอ้อย	หน้ากว้างในการทำงาน เมตร	กำลังที่ใช้ในการทำงาน กิโลวัตต์ (แรงม้า)	กำลังที่ใช้ในการทำงาน/หน้ากว้างในการทำงาน กิโลวัตต์/เมตร
24	เครื่องสับใบอ้อย	แทรกเตอร์วิ่งในแถวระหว่างกออ้อย	0.625	3.71 (2.78)	4.43
24	จอบหมุนสับกลบใบอ้อย	แทรกเตอร์วิ่งในแถวระหว่างกออ้อย	0.8	7.14 (9.57)	8.92
24	จอบหมุนสับกลบใบอ้อย (ทำงานตามเครื่องสับใบอ้อย)	แทรกเตอร์วิ่งในแถวระหว่างกออ้อย	0.8	5.82 (7.81)	7.28

วิจารณ์ผลผลการวิจัยและพัฒนาเครื่องเก็บและสับใบและเศษซากอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ ขนาดต่ำกว่า 80 แรงม้า

จากผลการทดสอบจะเห็นได้ว่า เครื่องสับใบและเศษซากอ้อยนั้นใช้กำลังในการทำงานน้อยกว่า เครื่องสับกลบใบอ้อยโดยเฉพาะเมื่อใช้กับรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

สรุปผลการทดลองของการทดสอบและพัฒนาจอบหมุนเพื่อสับกลบใบอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ ขนาดต่ำกว่า 80 แรงม้า

ผู้วิจัยได้วิจัยและพัฒนาจอบหมุนแถวเดี่ยวเพื่อพรวนดินและสับใบอ้อยในระหว่างร่องอ้อยเพื่อใช้พ่วงกับรถแทรกเตอร์ 4 ล้อ ขนาด 50 และ 34 แรงม้า และเพื่อพรวนดินและสับกลบใบอ้อยและกำจัดวัชพืช ในระหว่างร่องอ้อยเพื่อใช้ติดพ่วงกับรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า เพื่อพรวนดินและสับกลบใบอ้อยในระหว่างแถวร่องอ้อยและ กำจัดวัชพืช ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดอัตราเสี่ยงจากการเกิดไฟไหม้อ้อยตอ และลดมลภาวะจากการเผาใบและเศษซากอ้อย นอกจากนี้ยังเป็นการสนับสนุนการใช้เครื่องจักรกลเกษตรที่ผลิตในประเทศ โดยได้ออกแบบจอบหมุนเยื้องไปทางขวาในแนวล้อของรถแทรกเตอร์ หน้ากว้างในการทำงาน 80 เซนติเมตร (สำหรับรถแทรกเตอร์ 50 และ 34 แรงม้า) ต่อพ่วงกับแทรกเตอร์แบบพ่วง 3 จุดใช้เกียร์ทดรับกำลังจากเพลาอำนวยกำลังขนาด 50 แรงม้า ถ่ายทอดกำลังจากห้องเกียร์ผ่านเฟืองโซ่ไปยังเพลาจอบหมุนเพื่อให้ได้ความเร็วรอบประมาณ 500 รอบต่อนาที เพลาจอบหมุนมีจานยึดใบจอบหมุน 3 จาน ในแต่ละจานมีใบจอบหมุนแบบ L ผสม C 6 ใบ ชุดใบจอบหมุนเรียงกันเป็นเกลียวเพื่อไม่ให้กระทบดินพร้อมกัน ซึ่งใช้กำลังในการทำงานน้อยสุด ในการทดสอบที่จังหวัดกาญจนบุรีสำหรับรถแทรกเตอร์ 50 แรงม้า ที่ความชื้นดินเฉลี่ย (มาตรฐานแห้ง) 12.43% ความยาวใบอ้อยก่อนการสับกลบ 119.2 เซนติเมตร น้ำหนักใบอ้อยต่อพื้นที่ 2,060 กิโลกรัมต่อไร่ ความหนาของใบอ้อย 18 เซนติเมตร ความสามารถในการทำงานทางทฤษฎี 2.09 ไร่ต่อชั่วโมง ความสามารถในการทำงานจริง 1.85 ไร่ต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพการทำงาน 83.6% ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 3.25 ลิตรต่อไร่ สำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้า ทดสอบที่จังหวัดกาญจนบุรี พบว่า ที่ความชื้นดินเฉลี่ย (มาตรฐานแห้ง) 11.05% ความยาวใบอ้อยก่อนการสับกลบ 132 เซนติเมตร น้ำหนักใบอ้อยต่อพื้นที่ 1,960 กิโลกรัมต่อไร่ ความหนาของใบอ้อย 14 เซนติเมตร ความสามารถในการทำงานทางทฤษฎี 2.05 ไร่ต่อชั่วโมง ความสามารถในการทำงานจริง 1.91 ไร่ต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพการทำงาน 93.08% ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 3.12 ลิตรต่อไร่

ส่วนจอบหมุนแบบ 24 แรงม้าออกแบบให้ทำงานในระหว่างร่องอ้อยได้ มีหน้ากว้างในการทำงาน 80 เซนติเมตร ต่อพ่วงกับแทรกเตอร์แบบพ่วง 3 จุดใช้เกียร์ทดรับกำลังจากเพลาอำนวยกำลังขนาด 40 แรงม้า ถ่ายทอดกำลังจากห้องเกียร์ผ่านเฟืองโซ่ไปยังเพลาจอบหมุนเพื่อให้ได้ความเร็วรอบประมาณ 336 รอบต่อนาที เพลาจอบหมุนมีจานยึดใบจอบหมุน 4 จาน ในแต่ละจานมีใบจอบหมุนแบบ L ผสม C 6 ใบ ชุดใบจอบหมุนเรียงกันเป็นเกลียวเพื่อไม่ให้กระทบดินพร้อมกัน ซึ่งใช้กำลังในการทำงานน้อยสุด ในการทดสอบที่จังหวัด กาญจนบุรี พบว่า ที่ความชื้นดินเฉลี่ย (มาตรฐานแห้ง) 11.47% ความยาวใบอ้อยก่อนการสับกลบ 21.5 เซนติเมตร น้ำหนักใบอ้อยต่อพื้นที่ 480 กิโลกรัมต่อไร่ ความหนาของใบอ้อย 7 เซนติเมตร ความสามารถในการทำงานทางทฤษฎี 2.12

ไร่ต่อชั่วโมง ความสามารถในการทำงานจริง 1.95 ไร่ต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพการทำงาน 91.98% ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 1.58 ลิตรต่อไร่ สำหรับการใช้จอบหมุนสำหรับกำจัดวัชพืช ทดสอบในแปลงจังหวัดกาญจนบุรีพบว่า ที่ความชื้นดินเฉลี่ย (มาตรฐานแห้ง) 12.56% น้ำหนักใบอ้อยก่อนการสับกลบ 780 กิโลกรัมต่อไร่ ความสามารถในการทำงานทางทฤษฎี 2.06 ไร่ต่อชั่วโมง ความสามารถในการทำงานจริง 1.98 ไร่ต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพการทำงาน 96.12% ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 1.35 ลิตรต่อไร่ น้ำหนักวัชพืชหลังการกำจัด 19.04 กิโลกรัมต่อไร่ ประสิทธิภาพการกำจัดวัชพืช 97.55%

การใช้จอบหมุนเพื่อพรวนดินและสับใบอ้อยนั้น นอกจากจะช่วยในเรื่องลดความเสี่ยงเนื่องจากการเกิดไฟไหม้ในแปลงอ้อยทำความเสียหายให้แก่ตออ้อยแล้ว การสับใบอ้อยและพรวนดินยังเป็นการเพิ่มอินทรีย์วัตถุและปริมาณอากาศให้กับดินด้วย ปัจจุบันบริษัทสยามอิมพลีเม้นท์ จำกัด ได้นำต้นแบบจอบหมุนแบบแถวเดี่ยวเพื่อพรวนดินและสับกลบใบอ้อย และจอบหมุนเพื่อพรวนดินและสับกลบใบอ้อยที่สามารถใช้กำจัดวัชพืชได้ด้วย ไปผลิตเพื่อจำหน่าย โดยใช้ชิ้นส่วนในประเทศเป็นส่วนใหญ่ ยกเว้นใบจอบหมุนและหัวเกียร์ถ่ายทอดกำลังจากเพลาอำนวยกำลัง

สรุปผลการทดลองของการวิจัยและพัฒนาเครื่องเก็บและสับใบและเศษซากอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ ขนาดต่ำกว่า 80 แรงม้าลงมา

จากปัญหาในการเกิดไฟไหม้ใบอ้อยที่เกษตรกรปล่อยไว้ในแปลง ทำให้ไฟไหม้ตออ้อย เกษตรกรสูญเสียตออ้อยไป ถึงแม้ว่าในปี 2545 จะมีจอบหมุนสับกลบใบอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 80 แรงม้าซึ่งออกแบบโดยสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม แต่เนื่องจากเกษตรกรหลายรายไม่มีรถแทรกเตอร์ขนาดใหญ่ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมจึงได้ออกแบบเครื่องสับใบและเศษซากอ้อยเพื่อรถแทรกเตอร์ที่มีขนาดเล็กว่า 80 แรงม้าลงมา โดยใช้เครื่องสับกลบใบอ้อยทำงานซ้ำจะให้ทำการสับกลบได้ง่ายขึ้นและใช้พลังงานลดลง เครื่องสับใบอ้อยนี้ออกแบบให้พ่วงต่อรถแทรกเตอร์แบบพ่วงต่อแบบ 3 จุด ชุดหัวเกียร์อัตราทด 1.46:1 ถ่ายทอดกำลังจากเพลาถ่ายทอดกำลังรถแทรกเตอร์ ส่งกำลังผ่านเฟืองโซ่ไปหมุนเพลาใบมีด 2 ชุดบนล่าง หมุนสวนทางกันโดยเพลาใบมีดล่างหมุนด้วยความเร็วประมาณ 378 รอบต่อนาที เพลาใบมีดบนหมุนด้วยความเร็วประมาณ 672 รอบต่อนาที ใบมีดชุดล่างประกอบด้วยใบมีด 4 ชุด ชุดละ 13 ฟัน ใบมีดชุดบนประกอบด้วยจาน 14 จาน แต่ละจานติดใบมีดสามเหลี่ยมจำนวน 4 ใบ หน้ากว้างในการทำงาน 0.625 เมตร ผลการทำงานที่จังหวัดกาญจนบุรีเมื่อใช้แทรกเตอร์ 34 แรงม้าความยาวใบอ้อยก่อนทำงานมีค่าเฉลี่ย 1.20 เมตร หลังการใช้เครื่องสับใบอ้อยแล้วความยาวใบเฉลี่ย 0.30 เมตร ความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 1.22 ไร่ต่อชั่วโมง อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 1.81 ลิตรต่อไร่ ความหนาใบอ้อยเฉลี่ย 0.04 เมตร ที่ความชื้นดินเฉลี่ย (มาตรฐานแห้ง) 15.93 เปอร์เซ็นต์ กำลังที่ใช้ในการทำงานสับใบอ้อย 30.60 กิโลวัตต์ต่อเมตร ทั้งนี้อาจเนื่องจากการแก้ไขต้นแบบหลายครั้งเนื้อที่ในการแก้ไขมีจำกัดเพลาลูกตีอาจไม่ได้แนวเส้นตรงเดียวกัน และการหักมุมของข้อโซ่มีมากเป็นสาเหตุทำให้เกิดแรงเสียดทานใช้กำลังมากขึ้น นอกจากนั้นการที่แทรกเตอร์วิ่งคร่อมแถวกออ้อยควบคุมความลึกได้ไม่ดีนัก จึงดำเนินการสร้างเครื่องสับใบอ้อยสำหรับพ่วงต่อสำหรับแทรกเตอร์ 24 แรงม้าเพื่อใช้แทรกเตอร์วิ่งเข้าไปในแถวระหว่างกออ้อย โดยการปรับระยะการส่งถ่ายกำลังให้เหมาะสมใช้หลักการส่งกำลังผ่านหัวเกียร์ทด 1.46:1 ส่งกำลังผ่านเฟืองโซ่เพลาบน 17 ฟัน เฟืองเพลากลาง 10 ฟัน และเฟืองเพลาลูกตีล่าง 17 ฟัน เมื่อให้เพลาอำนวยกำลังหมุนด้วยความเร็ว 540 รอบต่อนาที ความเร็วลูกตี

เพลาบนหมุนด้วยความเร็วรอบประมาณ 850 รอบต่อนาที ความเร็วลูกตีเพลาล่างหมุนด้วยความเร็วประมาณ 500 รอบ/นาที ความยาวใบอ้อยก่อนทำงานมีค่าเฉลี่ย 1.13 เมตร หลังการใช้เครื่องสับใบอ้อยแล้วความยาวใบอ้อยเฉลี่ย 0.24 เมตร ความสามารถในการทำงาน 1.34 ไร่ต่อชั่วโมง อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 1.95 ลิตรต่อไร่ ความหนาใบอ้อย 0.06 เมตร ความชื้นดินเฉลี่ย (มาตรฐานแห้ง) 10.7 เปอร์เซ็นต์ สำหรับแรงที่ต้องใช้สำหรับเครื่องสับใบอ้อย ทำงานพ่วงรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า เท่ากับ 4.43 กิโลวัตต์ต่อเมตร ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่ากำลังที่ต้องใช้เครื่องสับใบอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้าใช้น้อยกว่ากำลังที่ใช้กับจอบหมุนสับกลบใบอ้อย แต่อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าการใช้เครื่องสับใบอ้อยใช้กำลังน้อยกว่าจอบหมุนสับกลบใบอ้อย แต่ก็ต้องใช้จอบหมุนสับกลบใบซ้ำอีกครั้ง ซึ่งคงจะเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานโดยรวมมากกว่า ส่วนการใช้เครื่องสับใบอ้อยพ่วงต่อแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้าควรจะปรับรอบลูกตีและระยะการส่งถ่ายกำลังให้เหมาะสมก็น่าจะสามารถทำงานได้ดีเช่นเดียวกับเครื่องสับใบอ้อยที่ใช้พ่วงต่อกับแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า ดังนั้นการใช้เครื่องสับใบอ้อยคงต้องพิจารณาถึงพื้นที่ที่มีความหนาของอ้อยมากจนการใช้เครื่องสับกลบแต่เพียงอย่างเดียวทำไม่ได้ จำเป็นต้องใช้เครื่องสับใบอ้อยทำงานก่อน หรือ ใช้เป็นทางเลือกให้เกษตรกรที่ต้องการทิ้งใบคลุมแปลงไว้เพื่อรักษาความชื้นภายในดินไว้แต่ต้องการให้ใบอ้อยที่ทิ้งไว้มีขนาดสั้นเพื่อให้สามารถใช้เครื่องหยอดปุ๋ยได้โดยไม่ติดขัดกับตัวเปิดร่องปุ๋ย

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ คุณวิรัตน์ ศิริไพบูลย์ เกษตรกรไร่อ้อยในจังหวัดกาญจนบุรี และคุณกิตติพิชญ์ อึ่งสถิตย์ถาวร เกษตรกรไร่อ้อยในจังหวัดขอนแก่น ซึ่งได้ช่วยอำนวยความสะดวกในการทดสอบ ให้สถานที่ในการทดสอบ

ขอขอบคุณ ข้าราชการ และลูกจ้างสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร เจ้าหน้าที่บริษัท สยามอิมพลีเม้น จำกัด ทุกท่านที่ได้ร่วมมือในการสร้างและทดสอบโครงการวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรสำหรับเตรียมดินและสับใบเศษซากอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดกลางจนงานวิจัยลุล่วง

เอกสารอ้างอิง

บทความส่งเสริมการเกษตร (บทความที่ 10/2553) เรื่อง รวมพลังยุติการเผา “ลดโลกร้อน ลดการกีดกันทางการค้า” กลุ่มเผยแพร่และประชาสัมพันธ์ ส่วนส่งเสริมและเผยแพร่ สำนักพัฒนาการถ่ายทอดเทคโนโลยี กรมส่งเสริมการเกษตร.

จารุวัฒน์ มงคลธนทรรศ และคณะ. 2548. เครื่องหั่นย่อยทางปาล์มน้ำมัน. เครื่องจักรกลเกษตร 2548. สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม. กรุงเทพฯ.

สุภาษิต เสงี่ยมพงศ์ อัคคพล เสนาณรงค์ ยุทธนา เครือหาญชาญพงค์ ขนิษฐ์ หว่านณรงค์ 2548. วิจัยและพัฒนาจอบหมุนแบบแถวเดี่ยวเพื่อพรวนดินและสับใบอ้อยในระหว่างแถวสำหรับไร่อ้อย ทะเบียนวิจัยเลขที่ 09-01-42-0101. สถาบันวิจัยวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร.

สุภาษิต เสงี่ยมพงศ์. 2548. จอบหมุนแถวเดี่ยวเพื่อพรวนดิน และสับใบอ้อยในระหว่างแถวไร่อ้อย. เครื่องจักรกลเกษตร. 2548

อรรถสิทธิ์ บุญธรรม นริศร ขจรผล เฉลิมพล ไหลรุ่งเรือง ชุมพล คำสิงห์ สนิท สมเหมาะ สุกรี นันตะสุคนธ์. 2548. การเพิ่มผลผลิตอ้อยโดยการใช้เครื่องจักรกลการเกษตร. เอกสารประกอบการบรรยาย การประชุมวิชาการพืชไร่ประจำปี 2548. ณ โรงแรมเดอะเลกาซี ริเวอร์แควรีสอร์ท จังหวัดกาญจนบุรี, วันที่ 31 สิงหาคม – 2 กันยายน 2548. 24 - 28 น.

ละอองดาว แสงหล้า ธวัชชัย ศุภดิษฐ์ 2005. ผลกระทบจากการเผาใบอ้อยและแนวทางการแก้ไข. Vol.2 No.1, 85-102.THAI JOURNAL OF ENVIROMENTAL MANAGEMENT., NIDA THAILAND.

ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น. 2545, สัมมนาเชิงปฏิบัติ เรื่องแนวทางวิจัย และพัฒนาอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ในช่วงปี 2547-2459. ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น. ขอนแก่น.

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

อรรถสิทธิ์ บุญธรรม เฉลิมพล ไหลรุ่งเรือง ปรีชา พราหมณีย์ จรัญ อารีย์ และ สุรวิทย์ สุริยพันธุ์. 2541. การใช้เครื่องสับใบอ้อยชนิดต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหาการเผาใบอ้อยหลังจากเก็บเกี่ยว. รายงานการประชุมวิชาการอ้อยและน้ำตาลแห่งชาติ ครั้งที่ 3. ระหว่างวันที่ 6-8 พฤษาคม 2541. ณ. โรงแรมเจริญธานี ปริ๊นเซส จังหวัดขอนแก่น. หน้า 350-372.

จารุวัฒน์ มงคลธนทรรศ นายวีระ สุขประเสริฐ และ นายสายัณห์ ขาวสะอาด. 2540. ทดสอบและพัฒนาเครื่องหั่นย่อยซากพืช. การประชุมสัมมนาวิชาการ กองเกษตรวิศวกรรม ประจำปี 2539. 20-21 มีนาคม 2540. โรงแรมเจ้าพระยาปาร์ค กรุงเทพฯ.

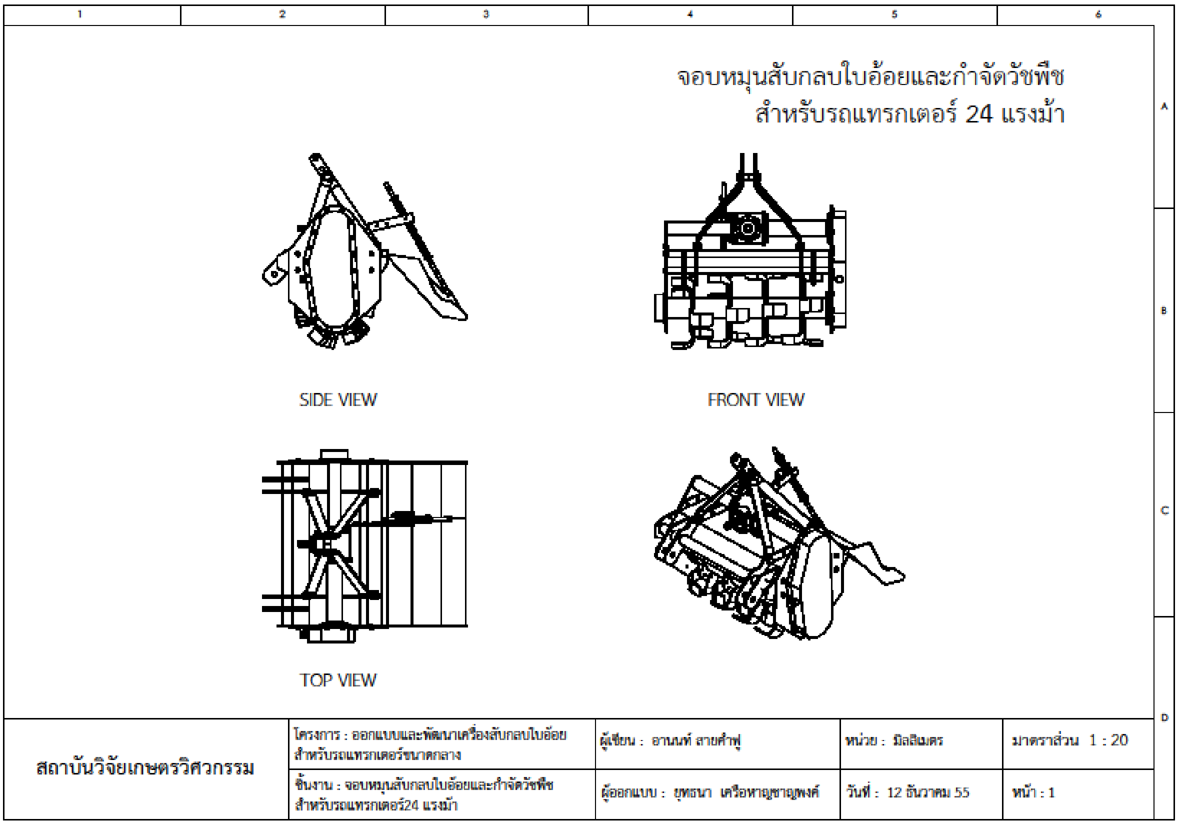
อรรถสิทธิ์ บุญธรรม. 2540. สถานการณ์การผลิตอ้อยและน้ำตาล. รายงานผลการวิจัยประจำปี 2540. ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 5 - 6 น.

สุรพล ถ้ำกระแส, มานพ มังพรมราช, จรัล อารีย์, ประชา ถ้ำทอง และธนิต โสภโนดร. 2536. ผลของการเผาใบอ้อยก่อนการเก็บเกี่ยวและทิ้งไว้ในระยะเวลาต่าง ๆ ที่มีต่อคุณภาพความหวานและผลผลิตของอ้อย. รายงานผลการวิจัยประจำปี2536. ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 89 - 112 น.

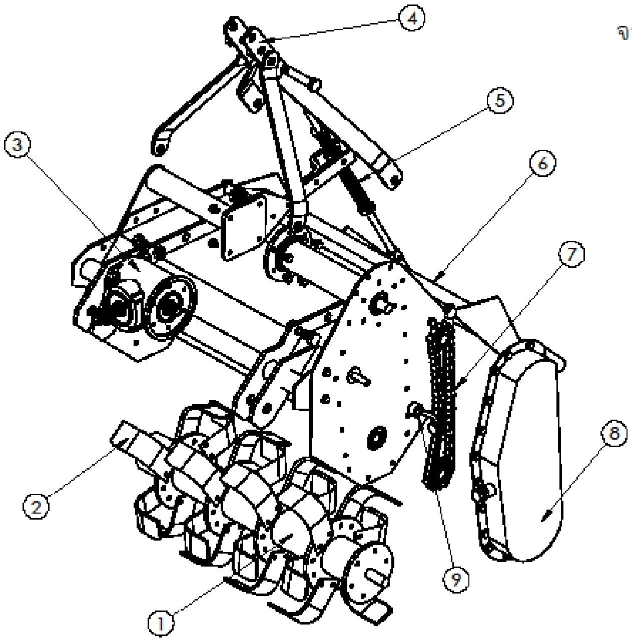
R. A. Kepner Roy Bainer and E. L. Barger. 1978. Principles of Farm Machinery Third Edition. AVI publishing company,INC. 527 pages.

ภาคผนวก

ภาคผนวก 1.ก.



รูปผนวก 1.ก.1 จอบหมุนสับกลบใบอ้อยและกำจัดวัชพืชสำหรับรถแทรกเตอร์ 24 แรงม้า

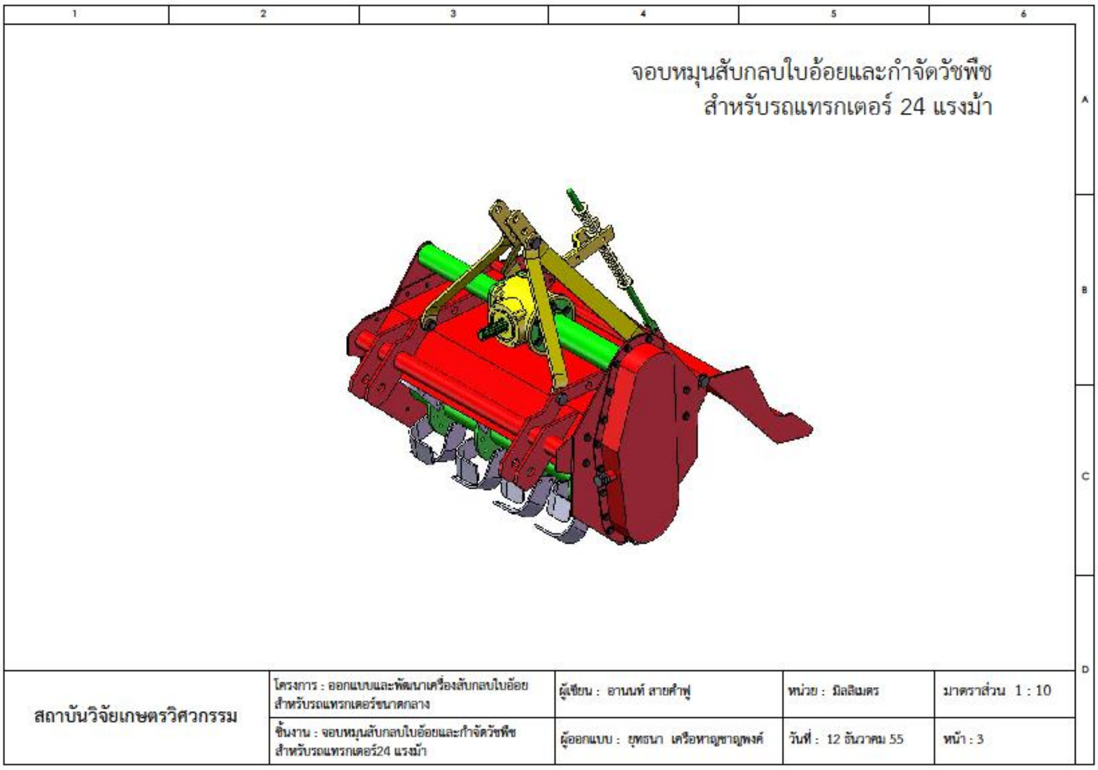


จอบหมุนสับกลบใบอ้อยและกำจัดวัชพืช
สำหรับรถแทรกเตอร์ 24 แรงม้า

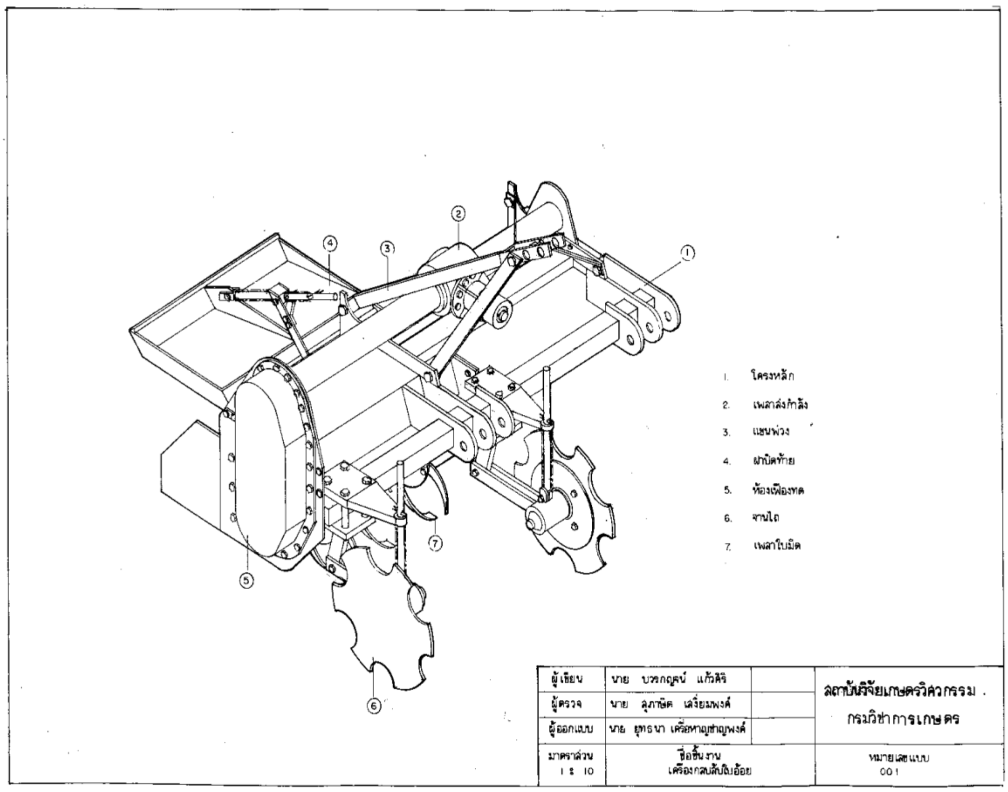
1	เพลาจอบหมุนยึดใบจอบ 4จาน
2	ใบจอบหมุนแบบ L ผสม C จำนวน 24 ใบ
3	ชุดเกียร์ทด ขับกำลังจากเพลาอำนวยกำลัง
4	ชุดต่อพ่วงรถแทรกเตอร์แบบพ่วง 3 จุด
5	ชุดสปริงบังคับฝาท้าย
6	ฝาท้าย
7	ชุดเฟืองโซ่ มีอัตราทด 1.1 : 1
8	ฝาครอบห้องโซ่
9	ชุดตัวเร่งโซ่

สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม	โครงการ : ออกแบบและพัฒนาเครื่องสับกลบใบอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดกลาง	ผู้เขียน : อานนท์ สายคำฟู	หน่วย : มิลลิเมตร	มาตราส่วน 1 : 10
	ชิ้นงาน : จอบหมุนสับกลบใบอ้อยและกำจัดวัชพืชสำหรับรถแทรกเตอร์24 แรงม้า	ผู้ออกแบบ : ยุทธนา เครือหาญชาญพงศ์	วันที่ : 12 ธันวาคม 55	หน้า : 2

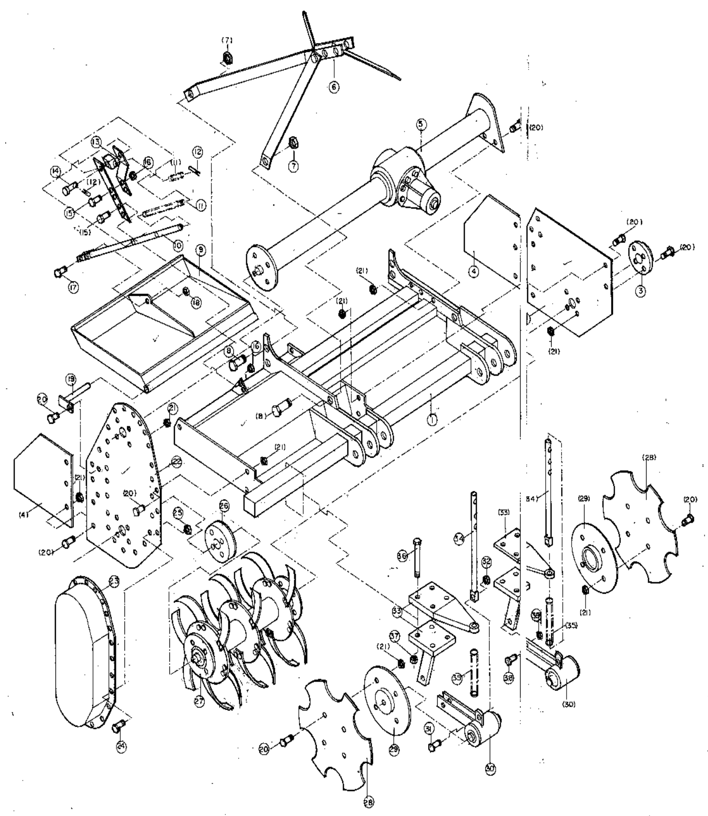
รูปผนวก 1.ก.2 ชิ้นส่วนของจอบหมุนสับกลบใบอ้อยและกำจัดวัชพืชสำหรับรถแทรกเตอร์ 24 แรงม้า



รูปผนวก 1.ก.3 ภาพด้านหน้าจอบหมุนสับกลบใบอ้อยและกำจัดวัชพืชสำหรับรถแทรกเตอร์ 24 แรงม้า



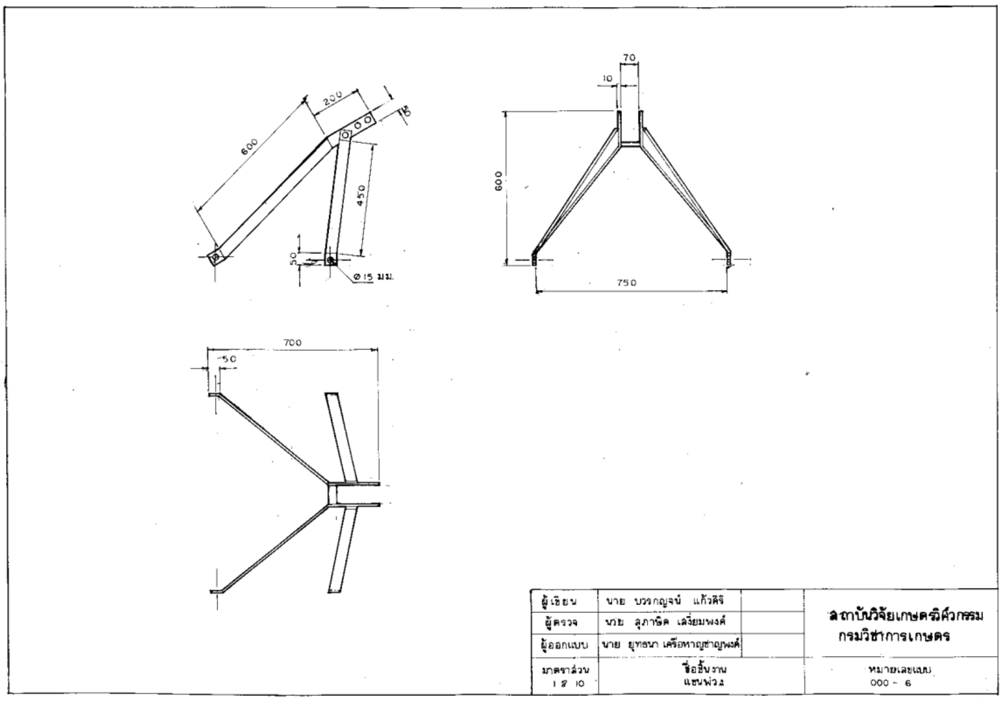
รูปผนวก 1.ก.4 จอบหมุนสับกลบใบอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ 34 แรงม้า



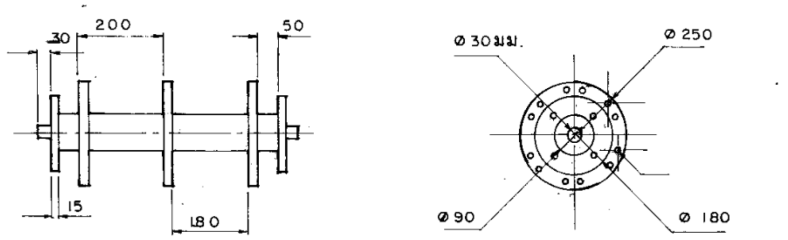
เลขที่	รายการชิ้นส่วน	จำนวน
39	นัต M 15 มม.	2
38	สกรู M 15×80 มม.	2
37	นัต M 20 มม.	8
36	สกรู M 20×150 มม.	8
35	สปริงปรับระดับ	2
34	ชุดเพลาสปริง	2
33	ชุดยึดจานไถ	2
32	นัต M 12 มม.	2
31	สกรู M 12×50 มม.	2
30	ตลับลูกปืน	2
29	ดุมจานไถ	2
28	จานไถ	2
27	ชุดเพลาใบมีด	1
26	ชุดยึดเพลา	1
25	นัต M 10 มม.	23
24	สกรู M 10×20 มม.	23
23	ชุดห้องทดกำลัง	1
22	แผ่นปิดด้านข้างขวา	1
21	นัต M 10 มม.	19
20	สกรู M 10×50 มม.	19
19	ชุดยึดฝาปิดท้าย	1
18	นัต M 10 มม.	1
17	สกรู M 10×40 มม.	1
16	นัต M 10 มม.	4
15	สกรู M 10×45 มม	4
14	สลัก ⌀ 10×60 มม.	1
13	ชุดยึดเพลา	1
12	ปิ่นล็อค	2
11	สปริง	2
10	เพลายึดฝาปิดท้าย	1
9	ฝาปิดท้าย	1
8	สกรู M 15×50 มม.	4
7	นัต M 15 มม.	4
6	แขนพ่วง	1
5	เพลาส่งกำลัง	1
4	แผ่นปิดข้างท้าย	2
3	ดุมยึดชุดเพลา	1
2	ฝาปิดด้านข้างซ้าย	1
1	โครงหลัก	1

ผู้เขียน	นาย บวรกฤษณ์ แก้วสิริ	สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร
ผู้ตรวจ	นาย สุภาษิต เสงี่ยมพงศ์	
ผู้ออกแบบ	นาย ยุทธนา เครือหาญชาญพงศ์	
มาตราส่วน 1 : 10	ชื่อชิ้นงาน เครื่องกลบสับใบอ้อย	หมายเลขแบบ 000

รูปผนวก 1.ก.5 ชิ้นส่วนจอบหมุนสับกลบใบอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ 34 แรงม้า

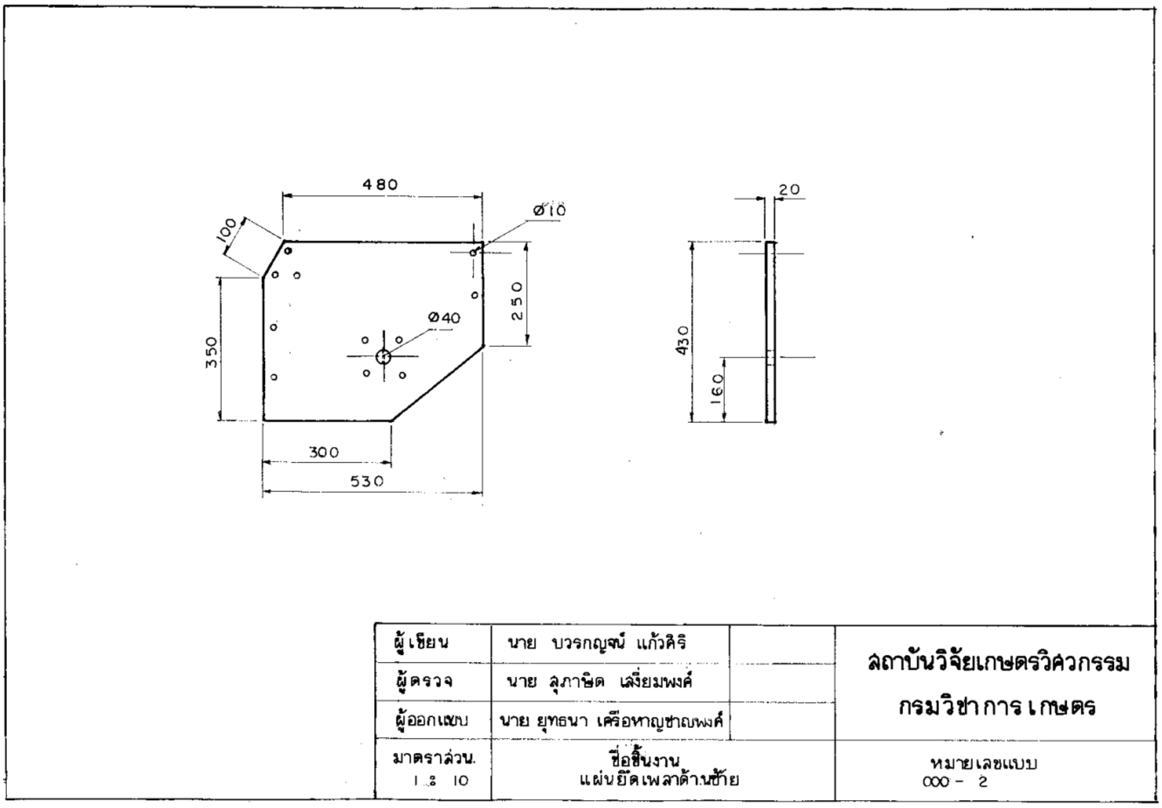


รูปผนวก 1.ก.6 ชุดแขนพ่วงจอบหมุนสับใบอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ 34 แรงม้า

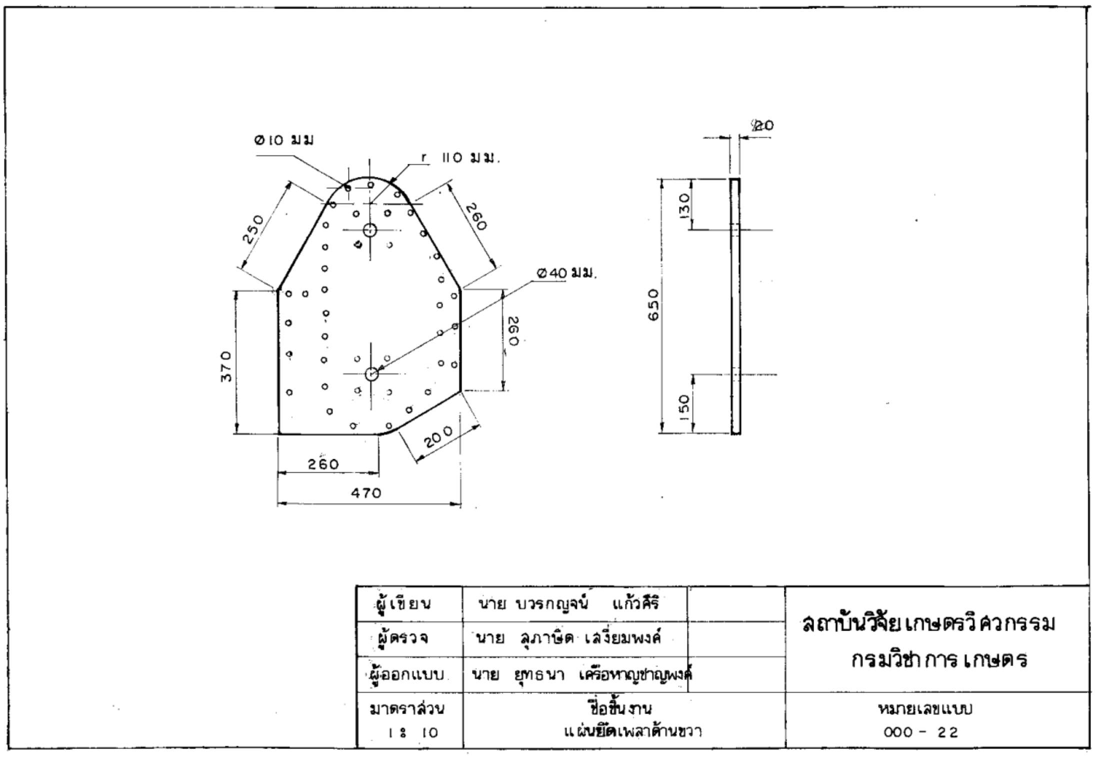


ผู้เขียน	นาย บวรกญจน์ แก้วศิริ	สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร
ผู้ตรวจ	นาย สุภาษิต เลี่ยมพงศ์	
ผู้ออกแบบ	นาย ยุทธนา เครือหาญชาญพงศ์	
มาตราส่วน 1 : 10	ชื่อชิ้นงาน ชุด ยึด เพลาใบมีด	หมายเลขแบบ 000 - 27

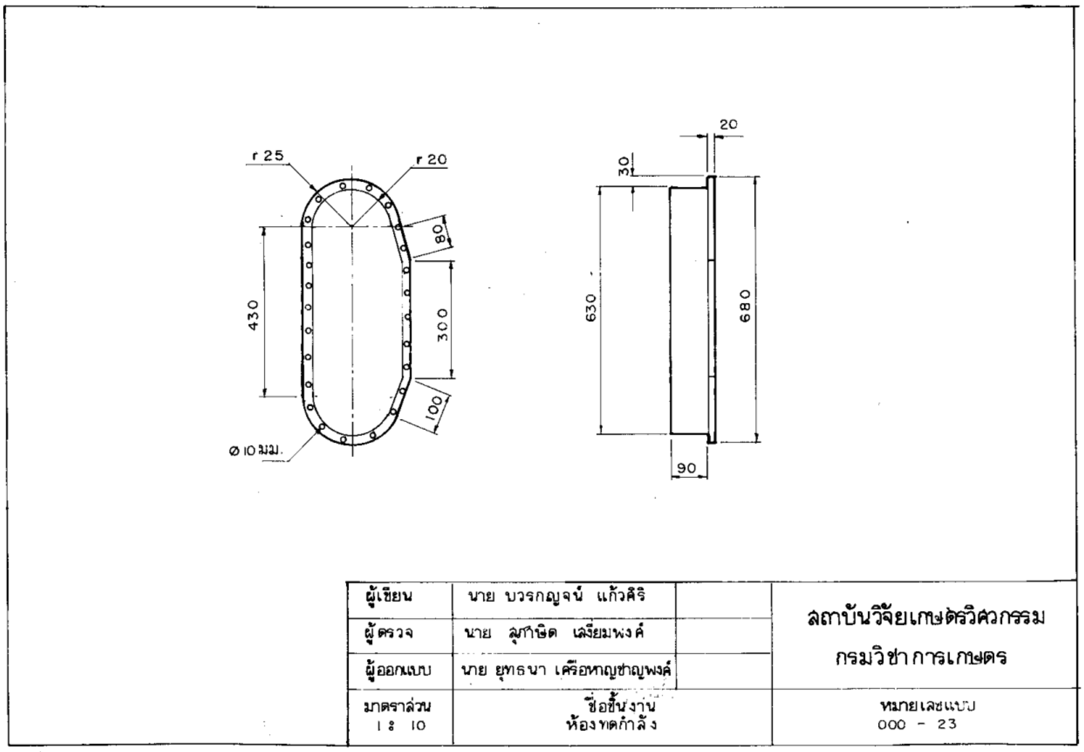
รูปผนวก 1.ก.7 ชุดยึดเพลาใบมีดจอบหมุนสับใบอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ 34 แรงม้า



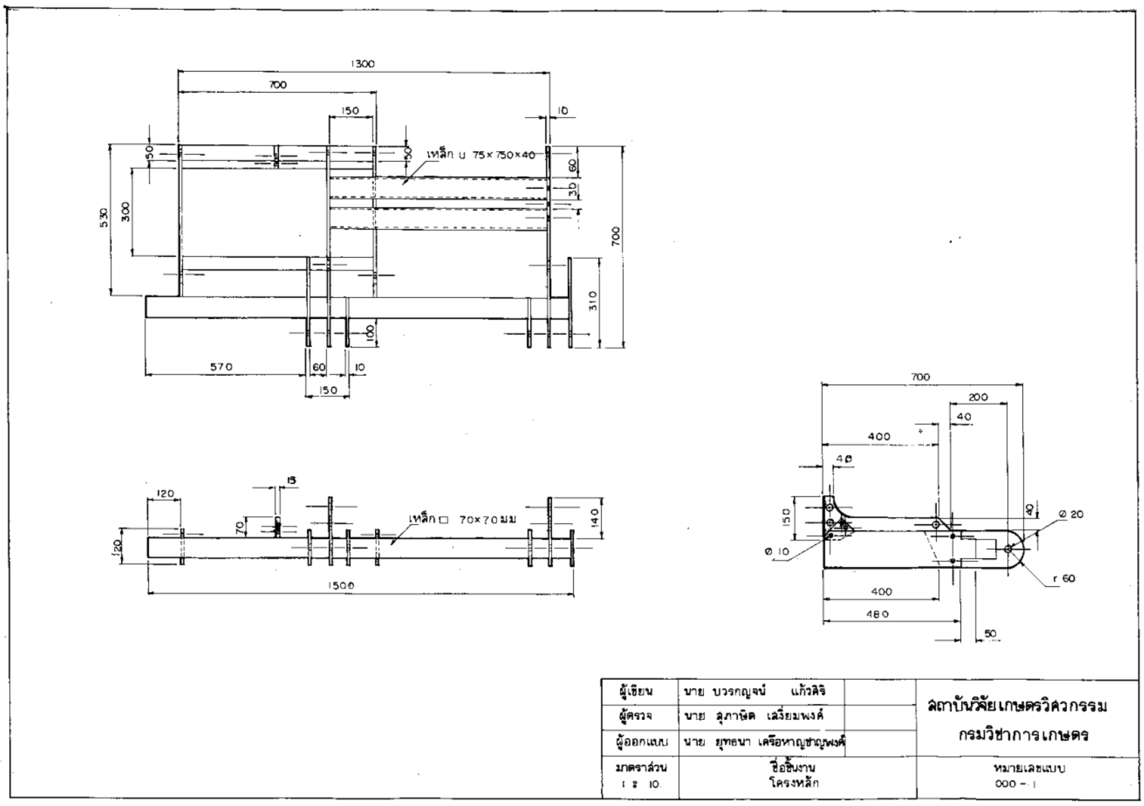
รูปผนวก 1.ก.8 ชุดยึดเพลาด้านซ้ายจอบหมุนสับกลบใบอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ 34 แรงม้า



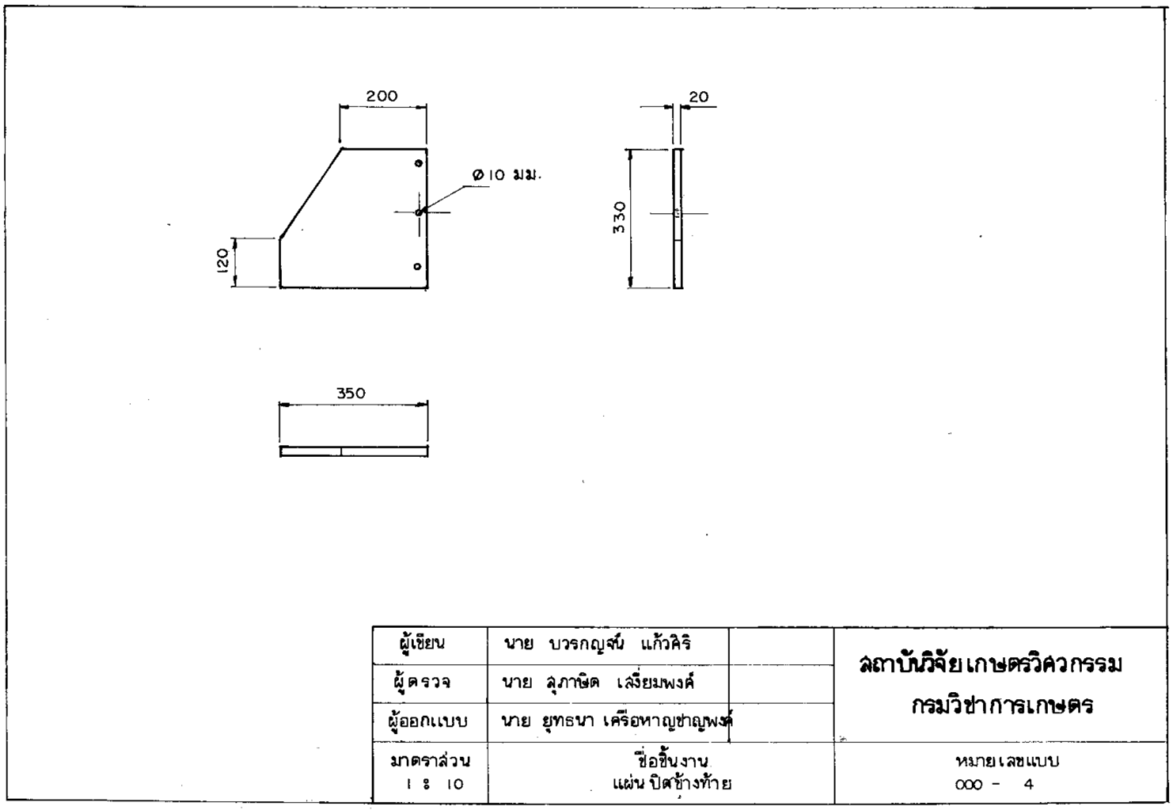
รูปผนวก 1.ก.9 แผ่นยึดเพลาด้านขวาจอบหมุนสับกลบใบอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ 34 แรงม้า



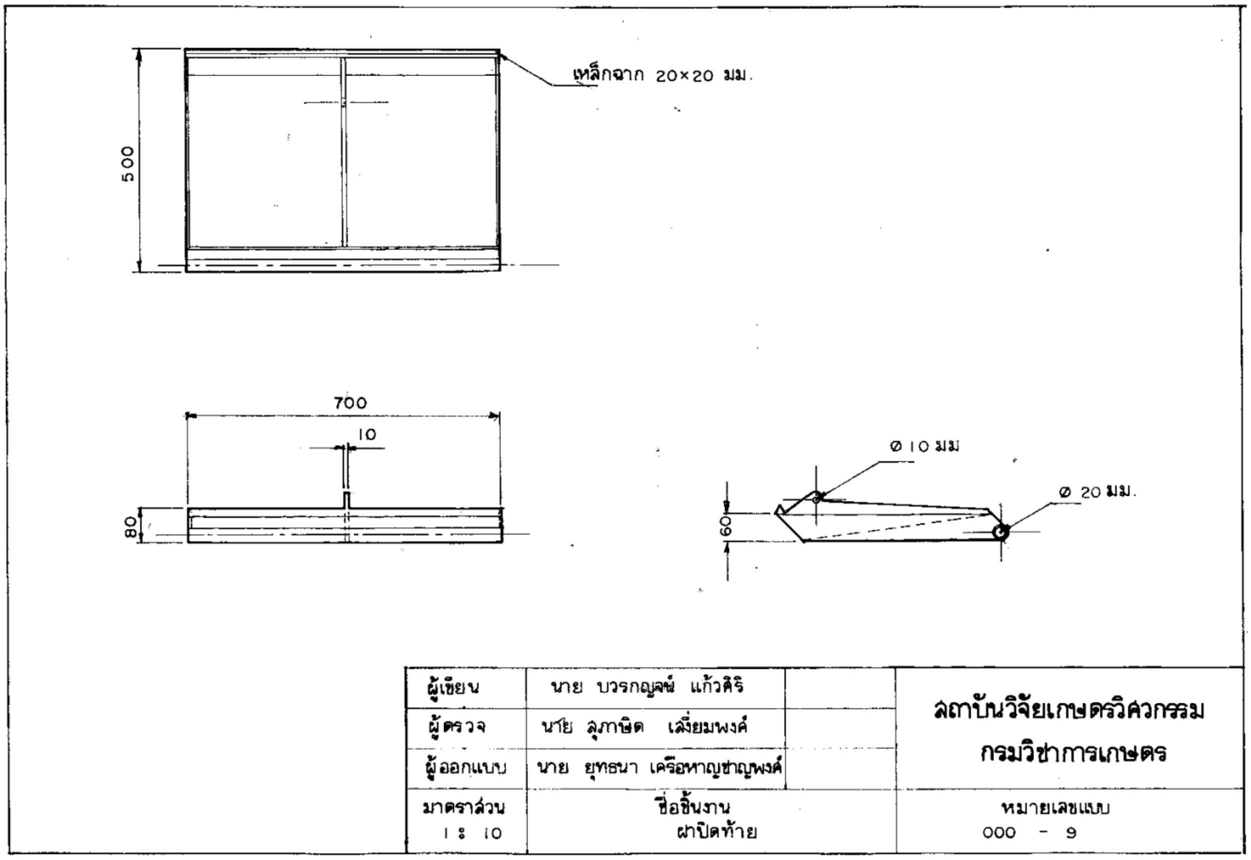
รูปผนวก 1.ก.10 ห้องทดกำลังจอบหมุนสับกลบใบอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ 34 แรงม้า



รูปผนวก 1.ก.11 ชุดโครงหลักจอบหมุนสับกลบใบอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ 34 แรงม้า

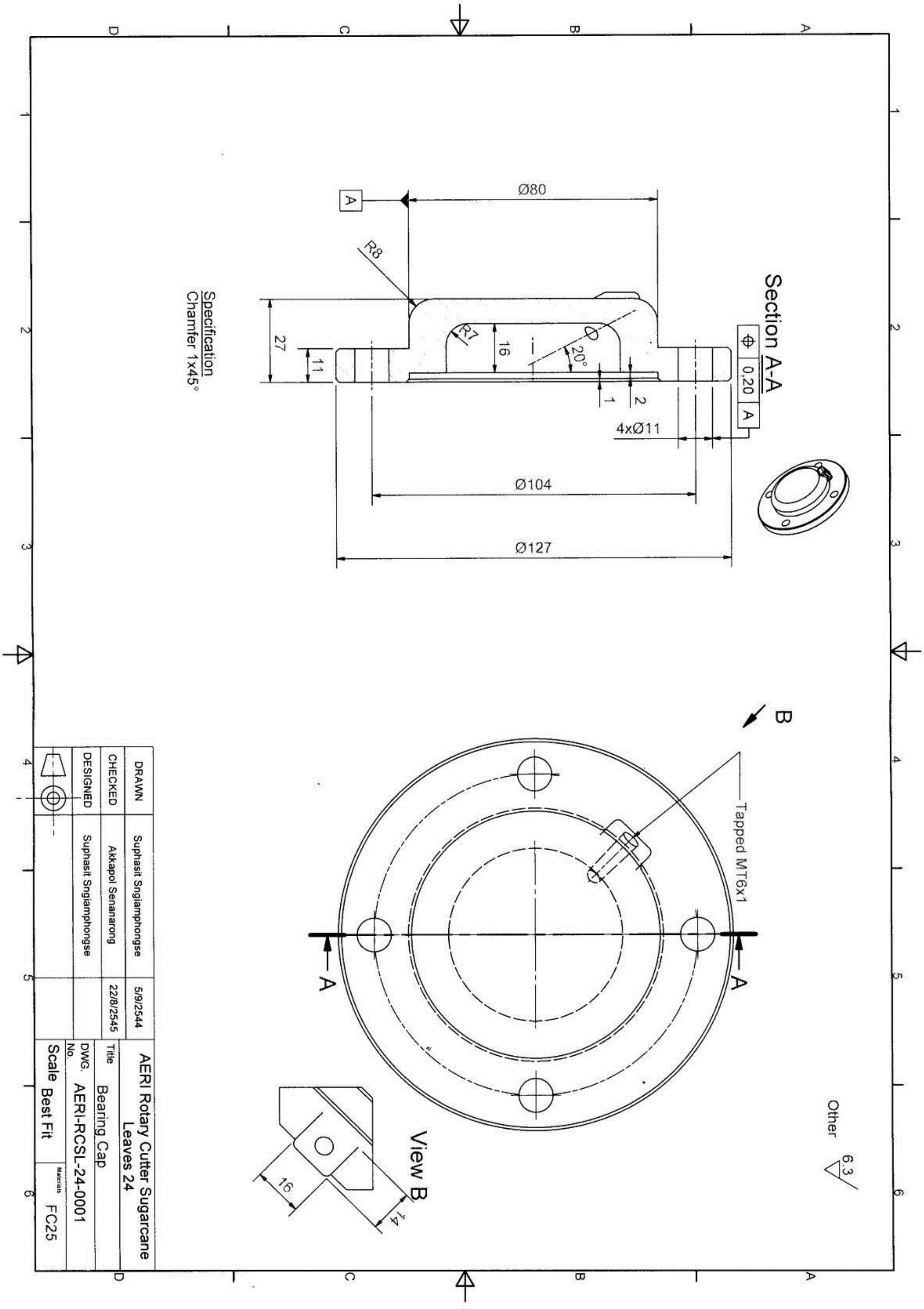


รูปผนวก 1.ก.12 แผ่นปิดข้างท้ายจอบหมุนสับกลบใบอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ 34 แรงม้า

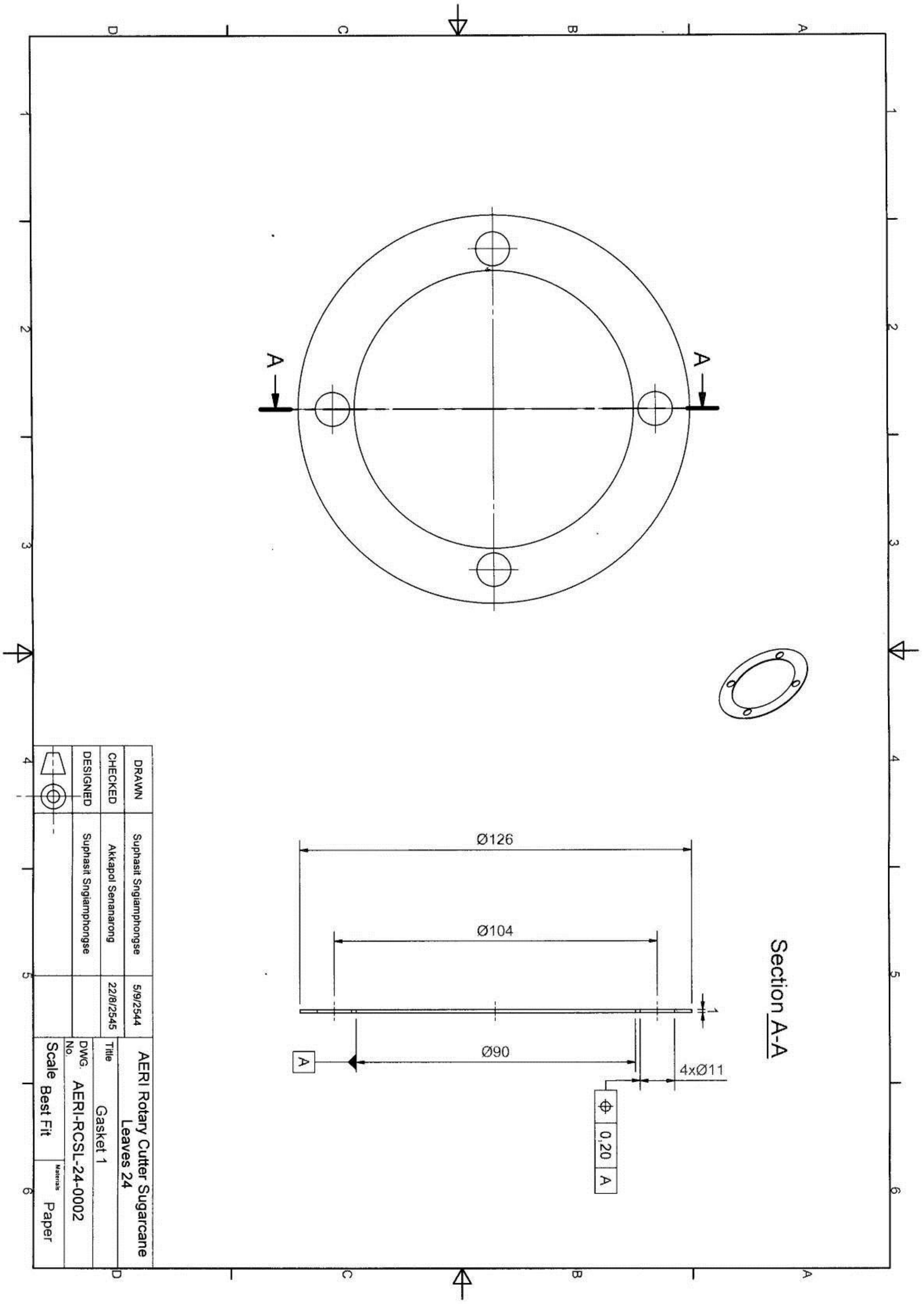


รูปผนวก 1.ก.13 ฝาปิดท้ายจอบหมุนสับกลบใบอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ 34 แรงม้า

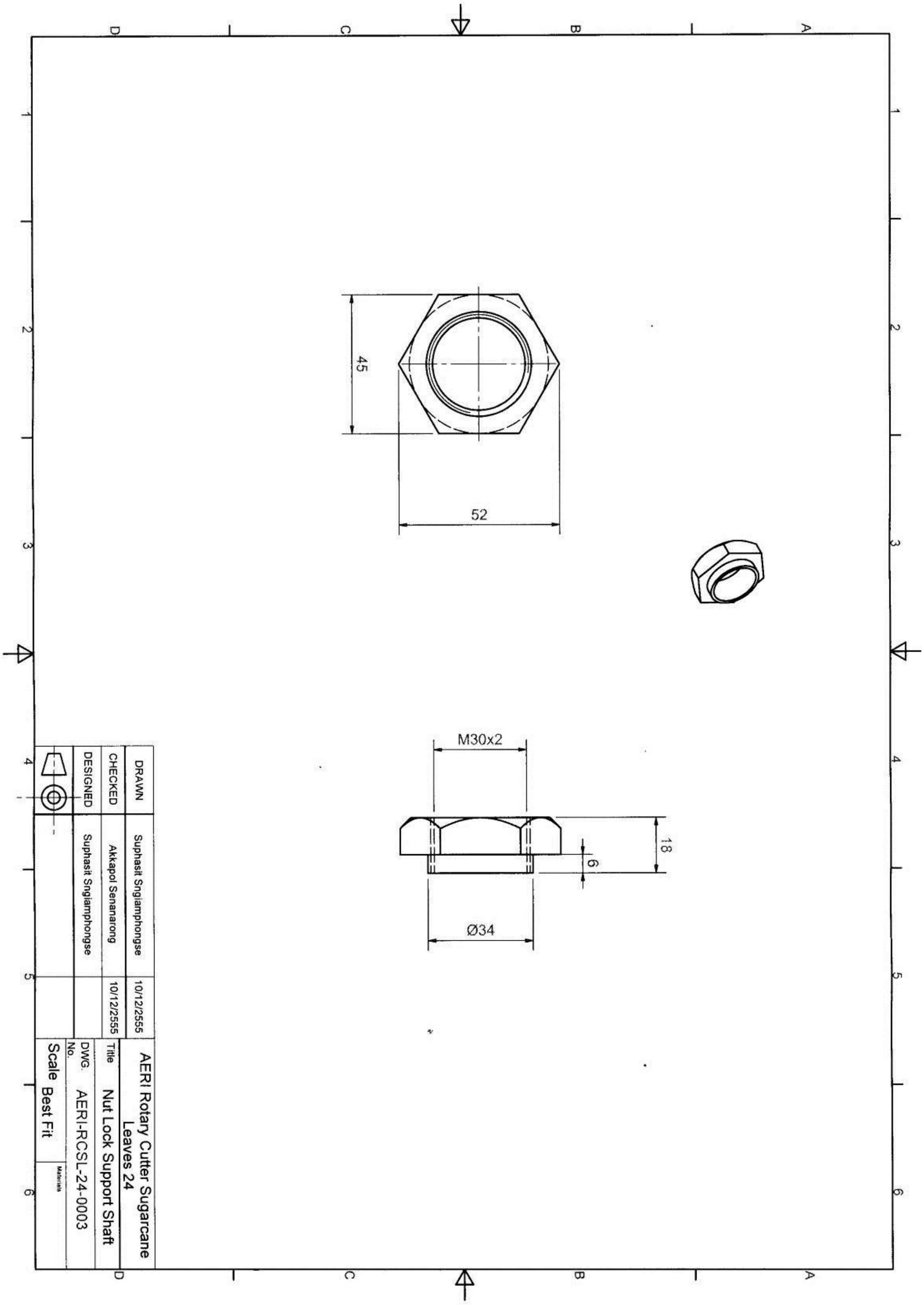
ภาคผนวก 2ก. แบบเครื่องสับใบอ้อย



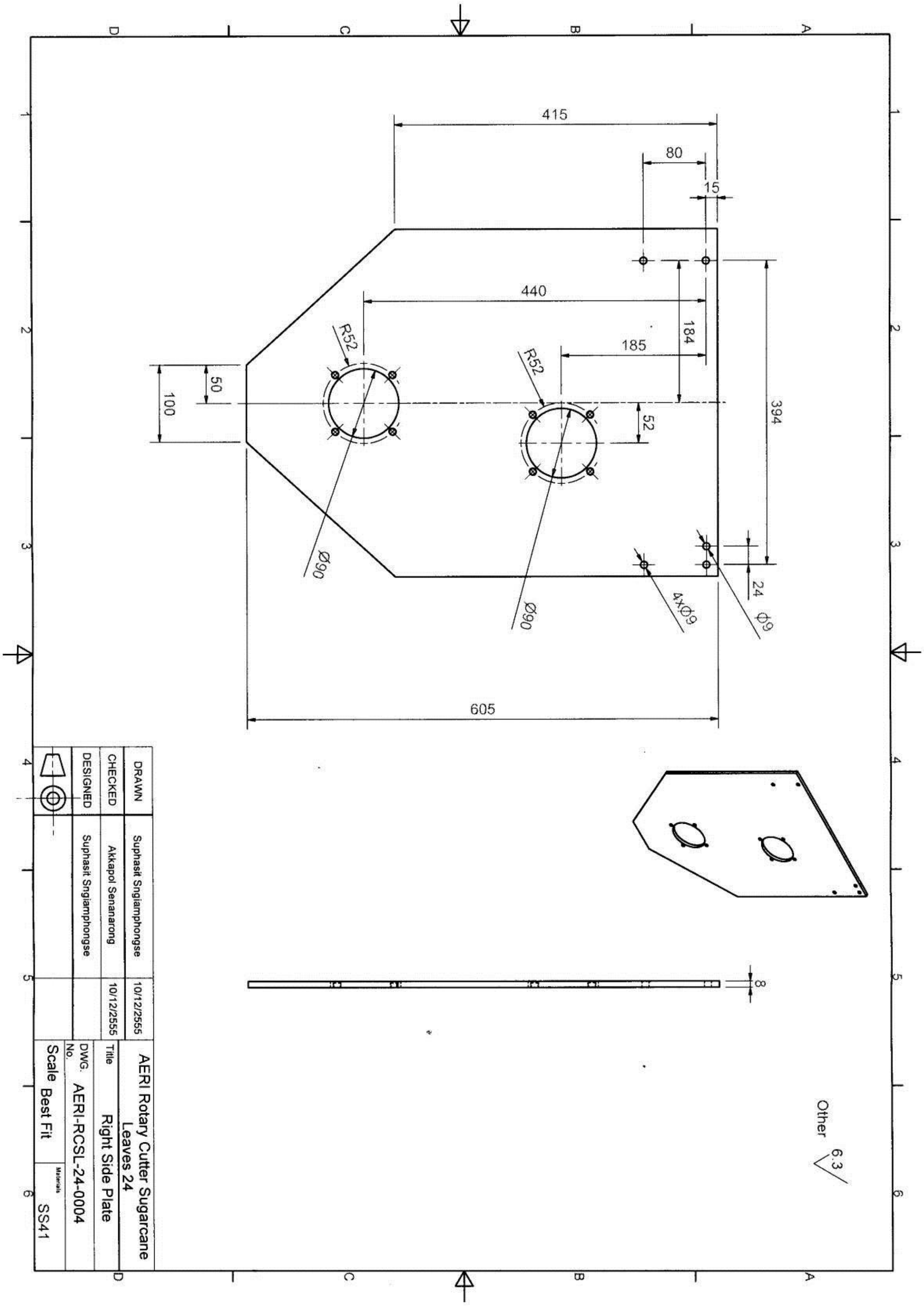
รูปผนวก 2ก.1 ฝาครอบลูกปืน



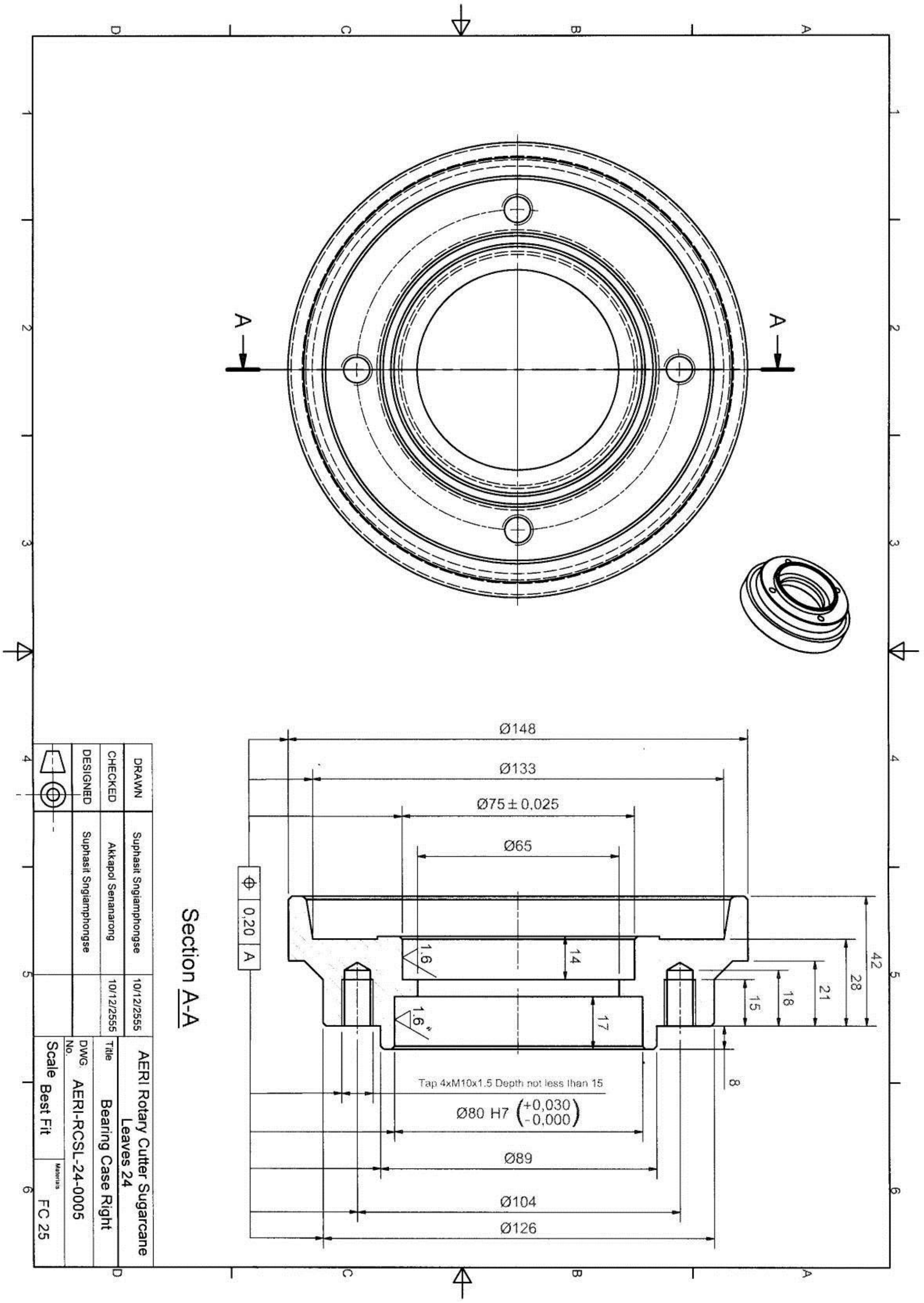
รูปผนวก 2ก.2 ปะเก็นฝาครอบลูกปืน



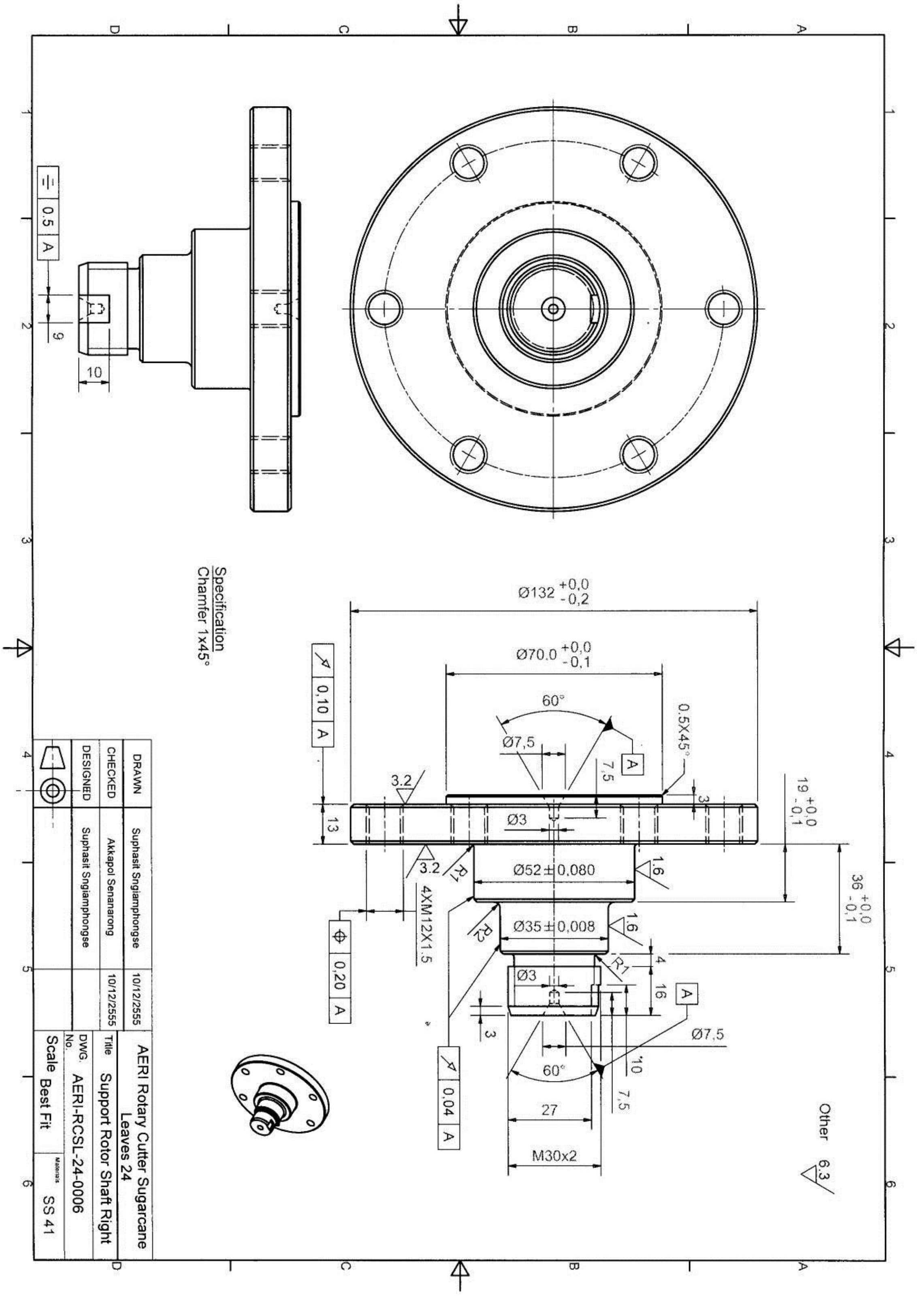
รูปผนวก 2ก.3 น้อตยึดหัวเพลา



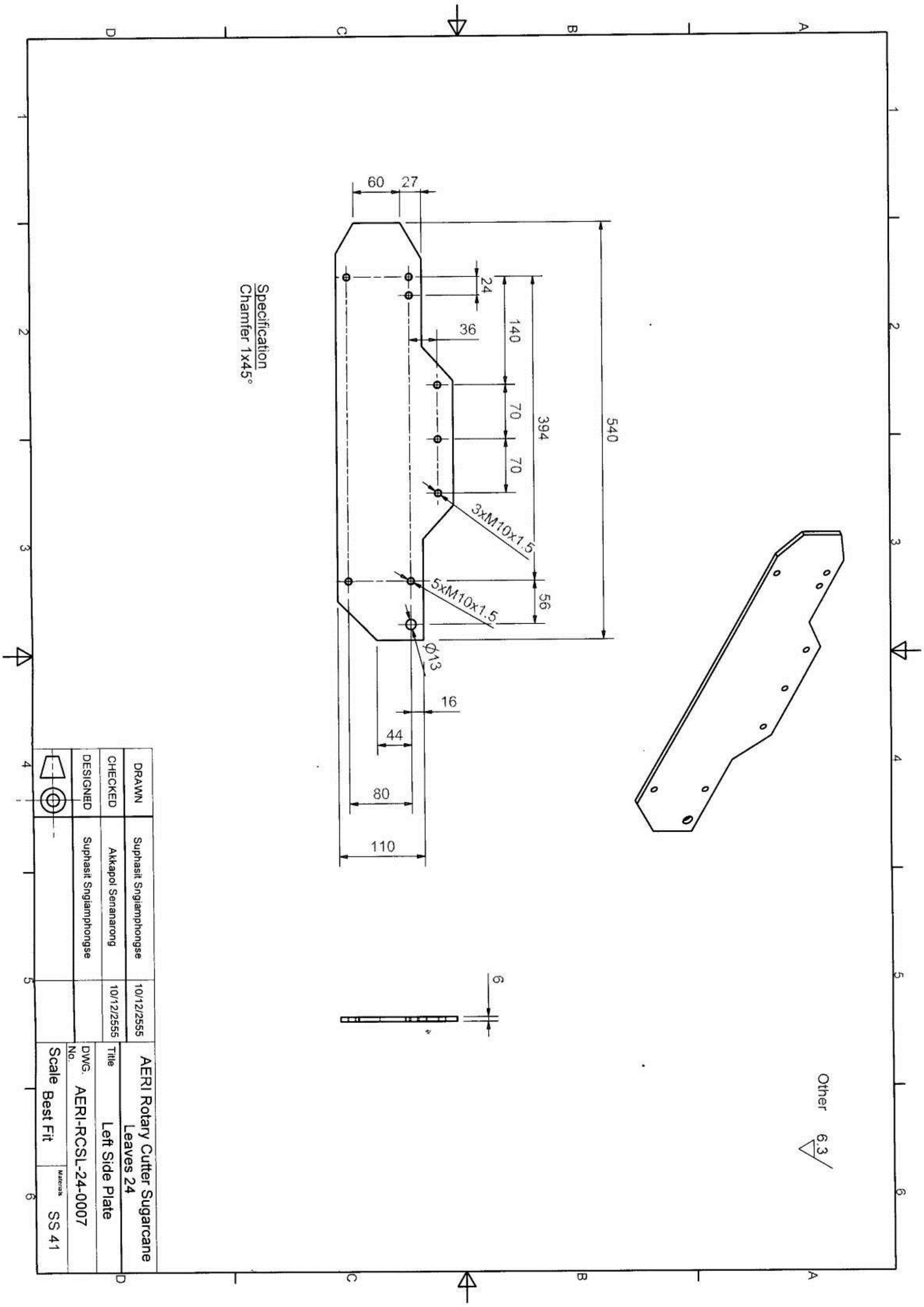
รูปผนวก 2ก.4 แผ่นข้างซ้าย



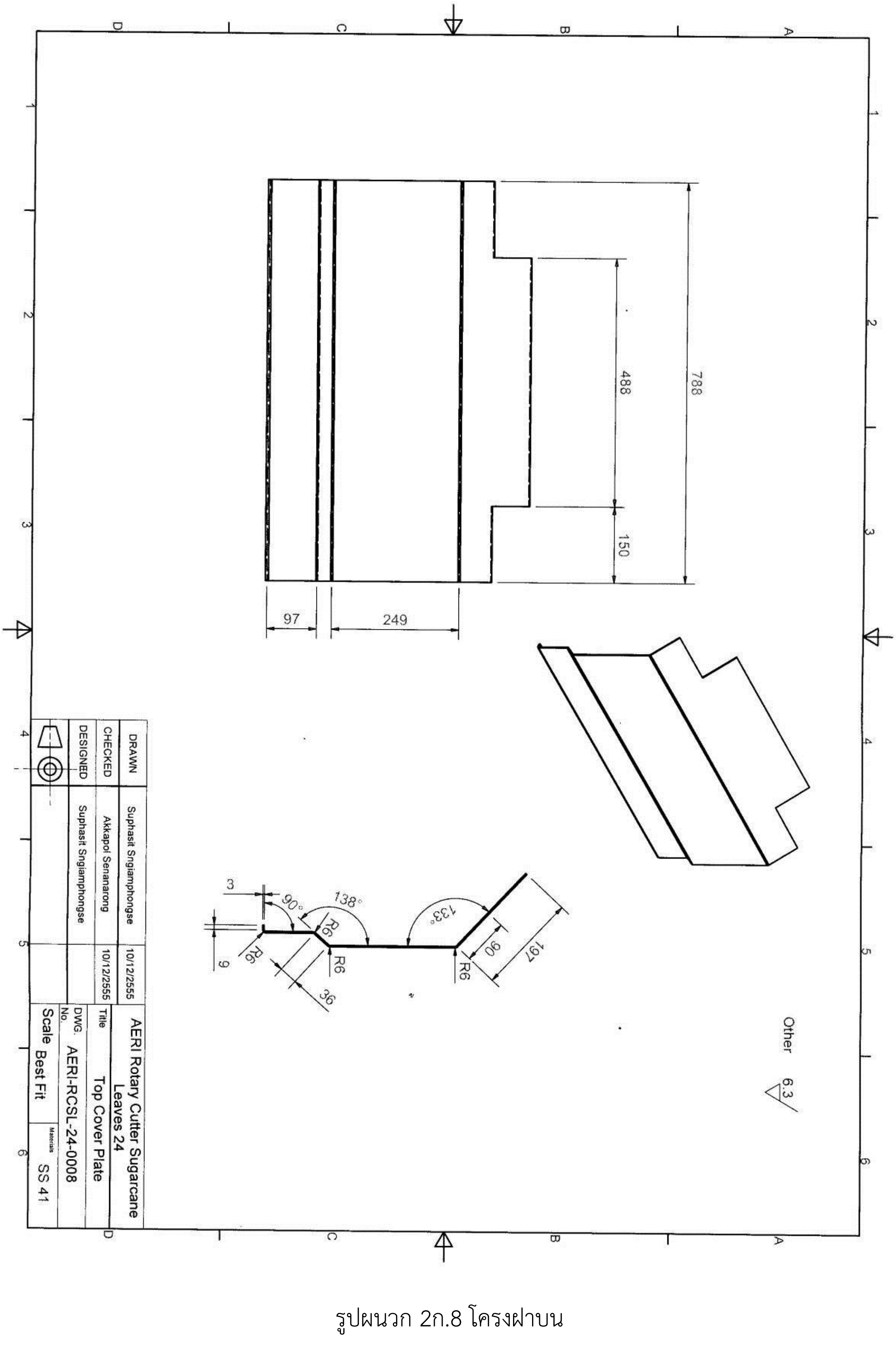
รูปผนวก 2ก.5 เสื้อลูกปืนในซ้าย



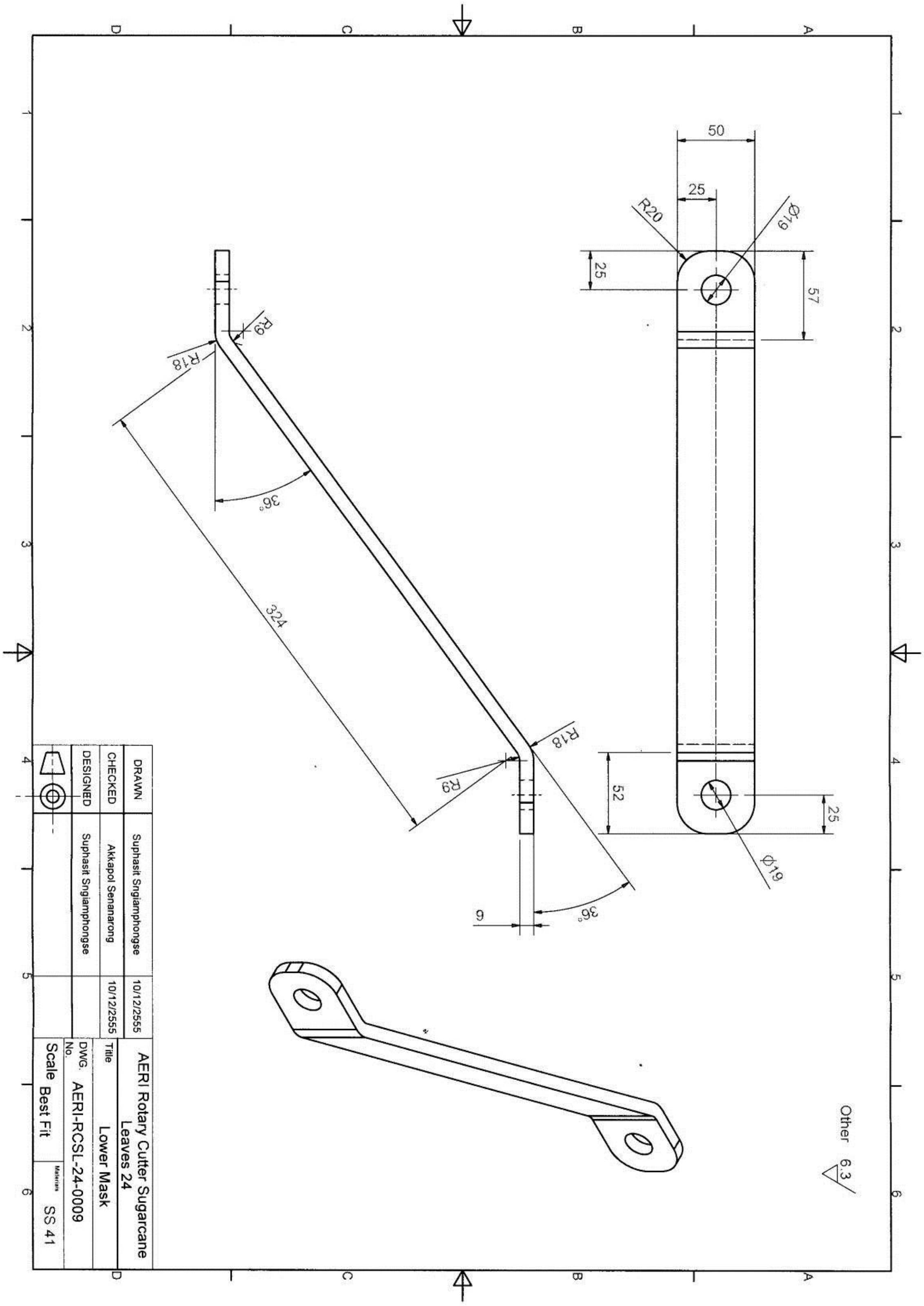
รูปผนวก 2ก.6 ชุดยึดเพลาลูกตีซ้าย



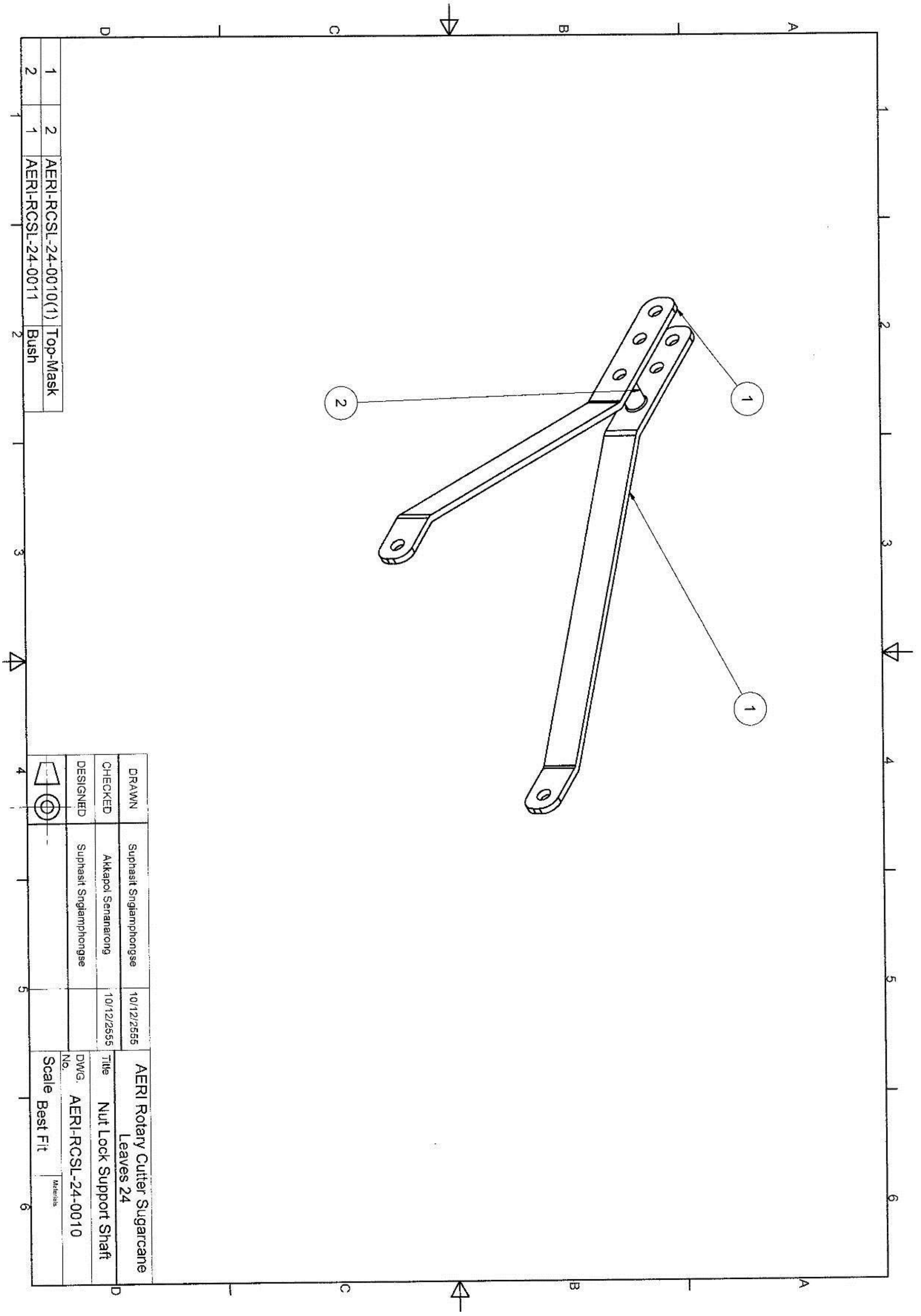
รูปผนวก 2ก.7 แผ่นประกบโครงบนซ้าย



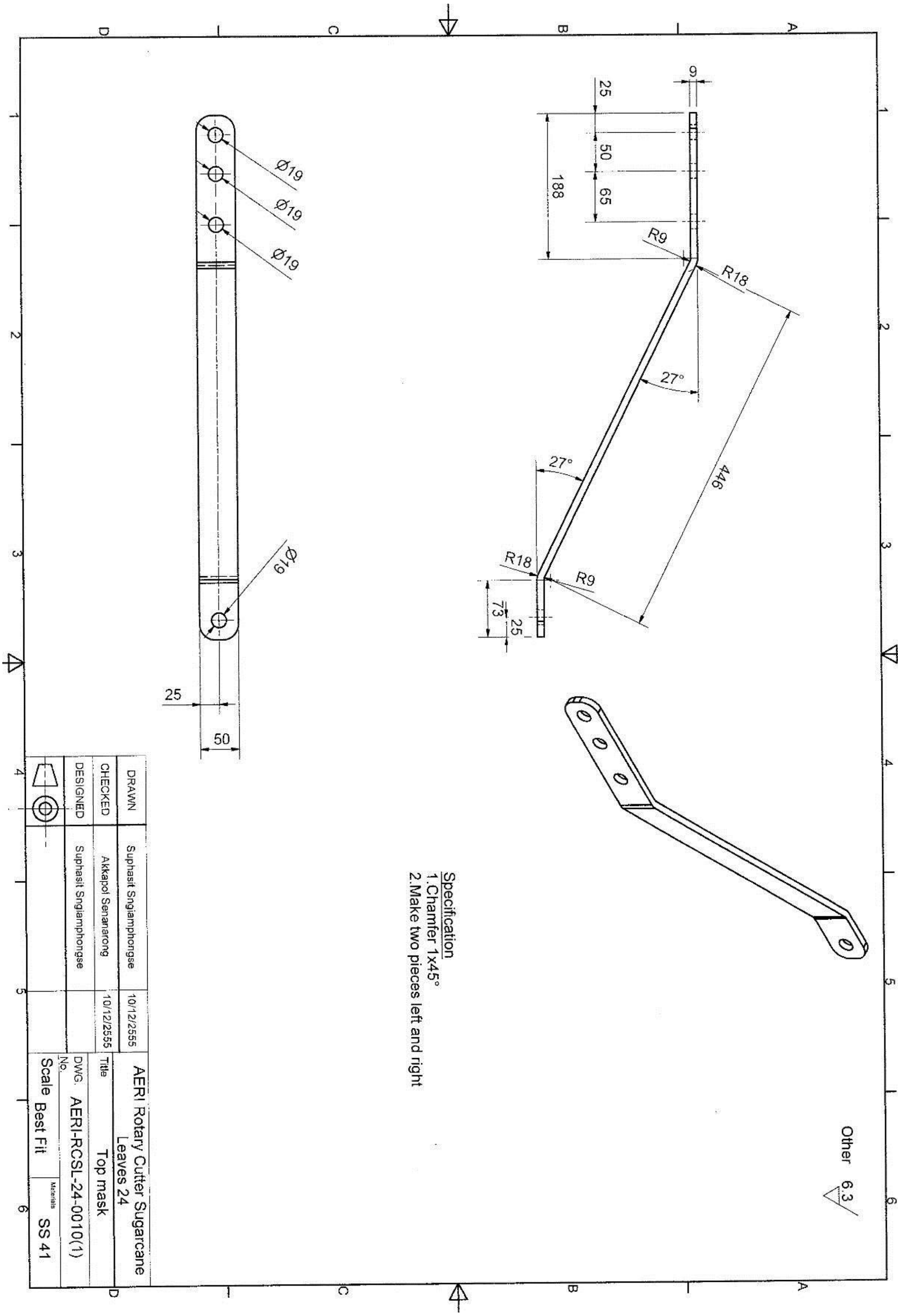
รูปผนวก 2ก.8 โครงฝาบน



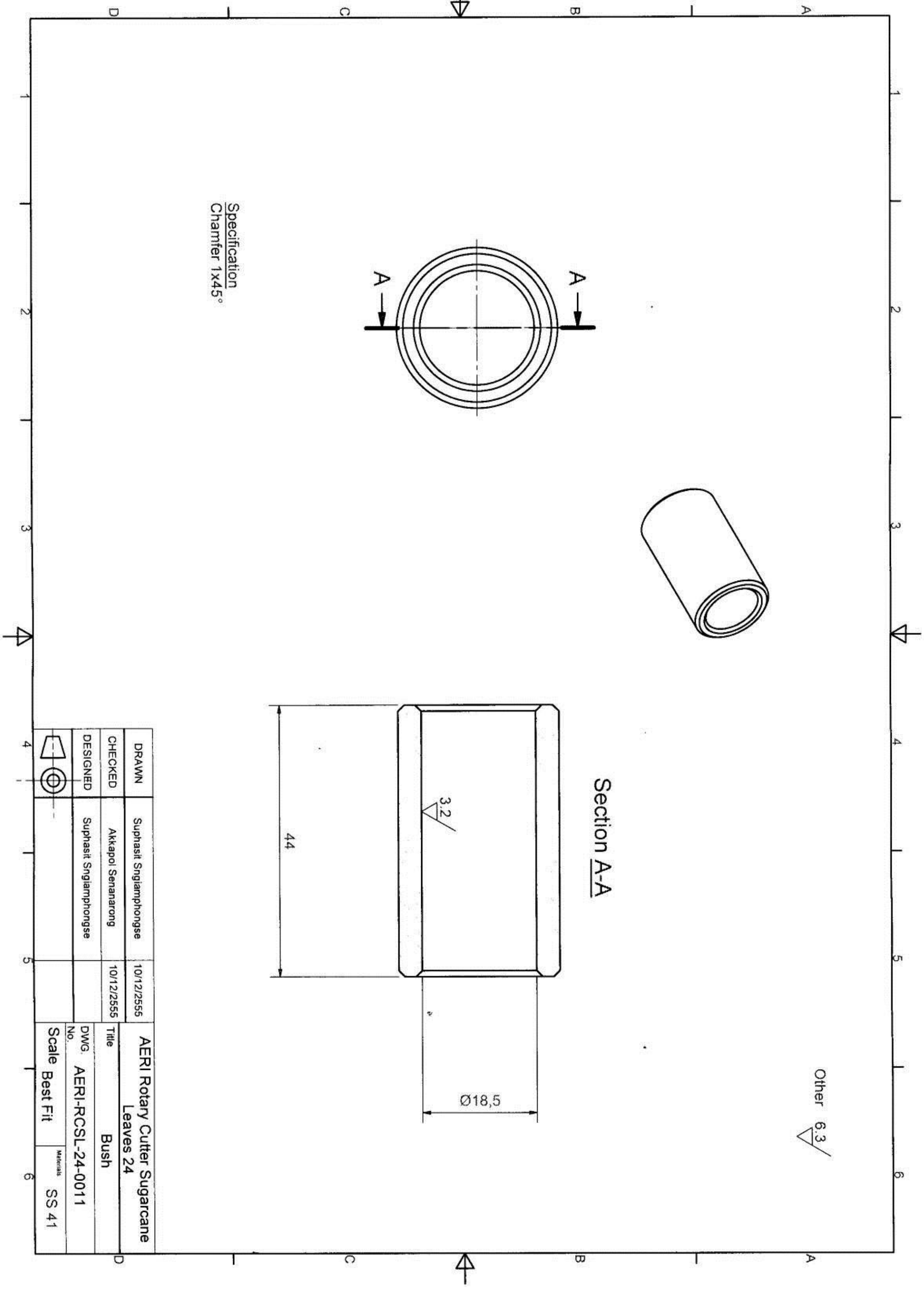
รูปผนวก 2ก.9 แขนกระโจมล่าง



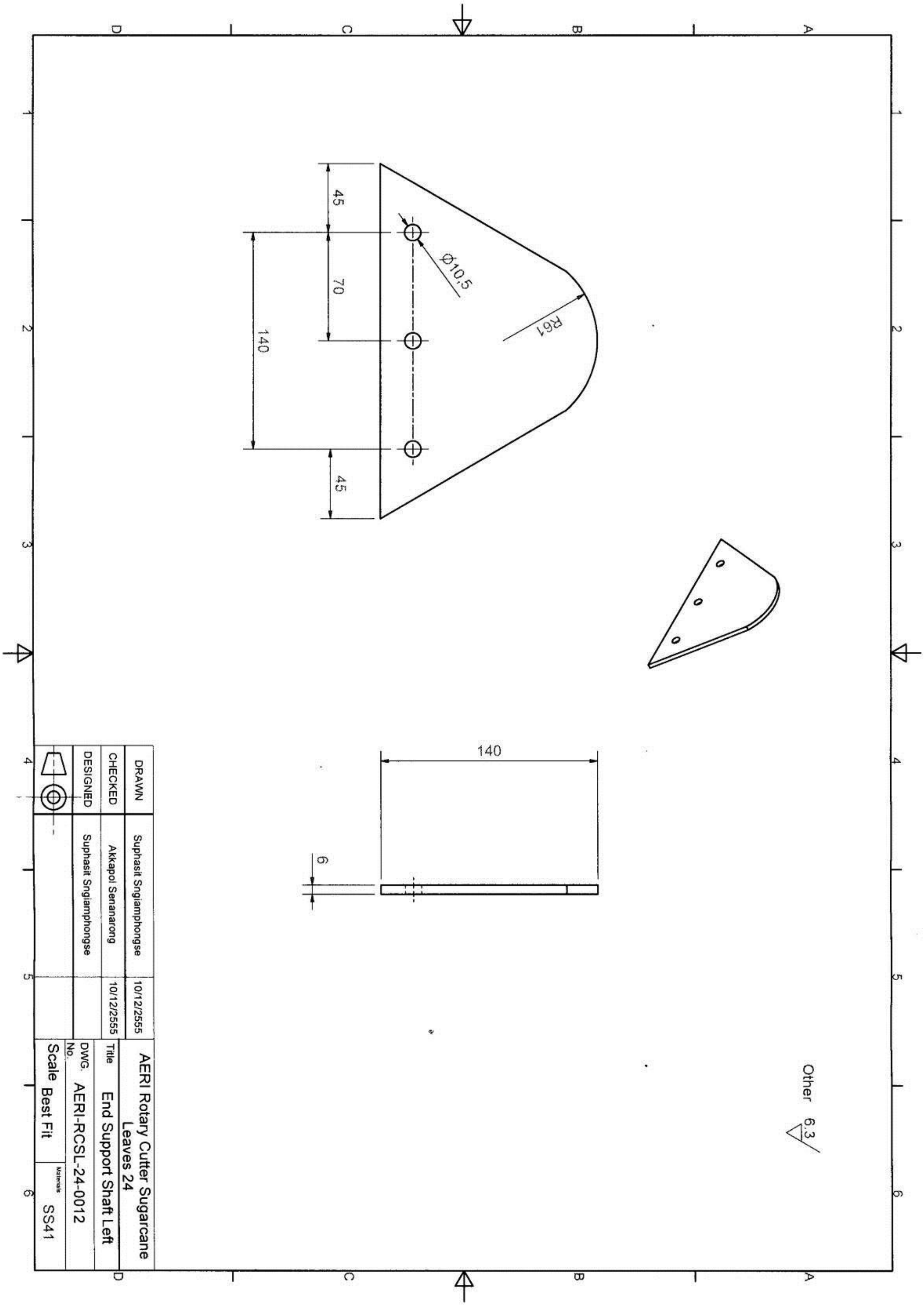
รูปผนวก 2ก.10 ชุดประกอบแขนกระโจมบน



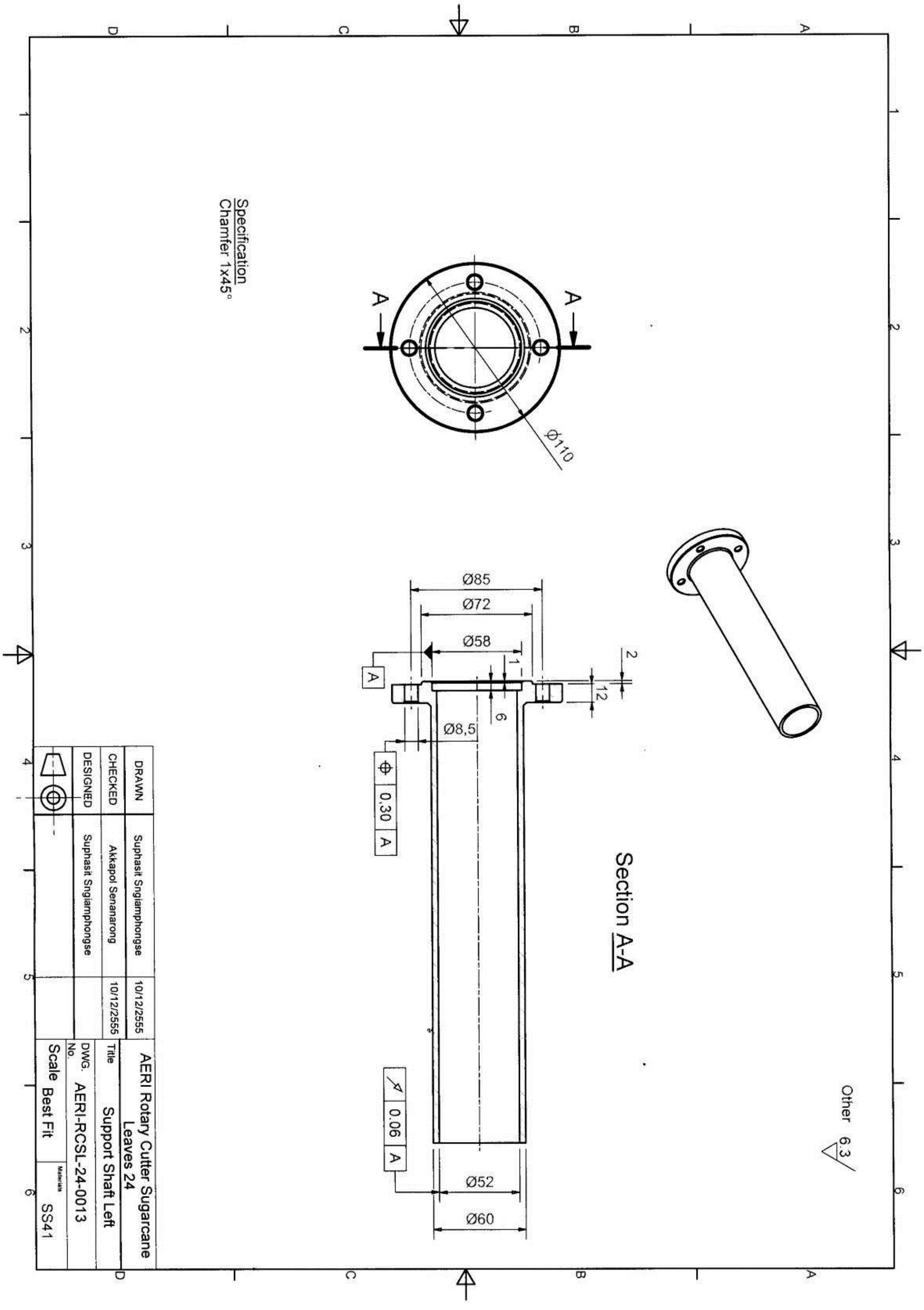
รูปผนวก 2ก.11 แขนกระโจมบน



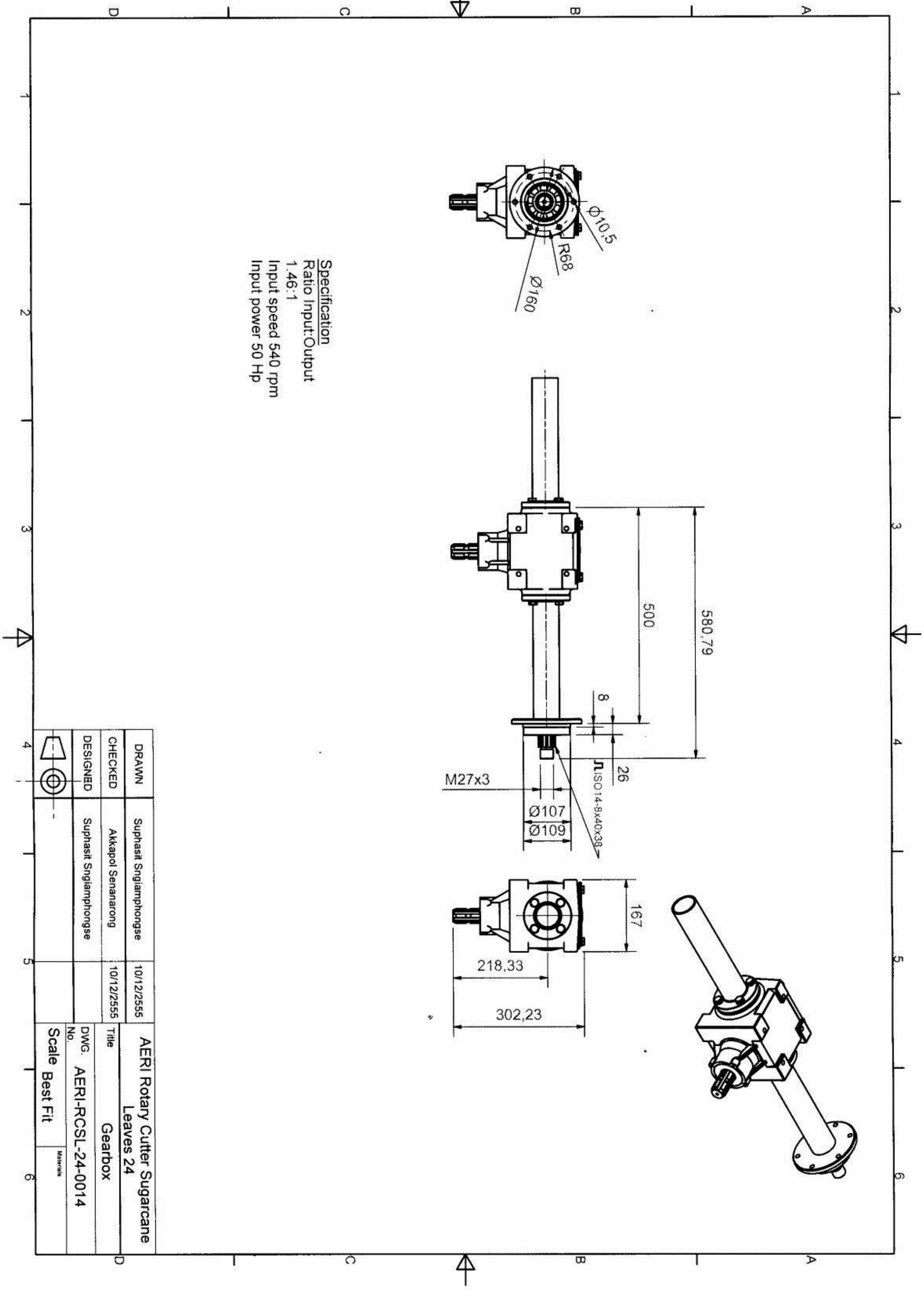
รูปผนวก 2ก.12 บูชแขนกระโจมบน



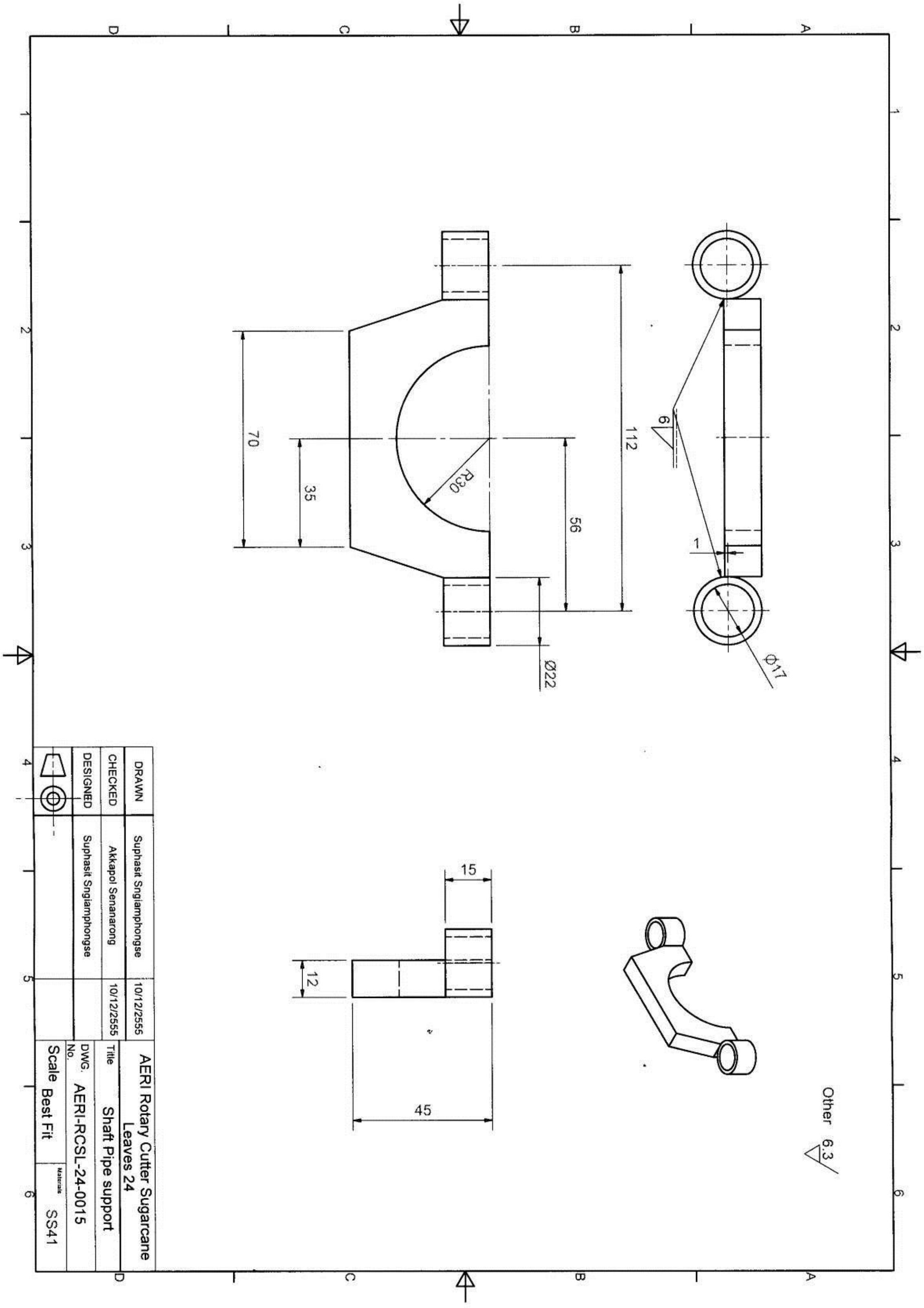
รูปผนวก 2ก.13 แผ่นประกบยึดหัวเกียร์ซ้าย



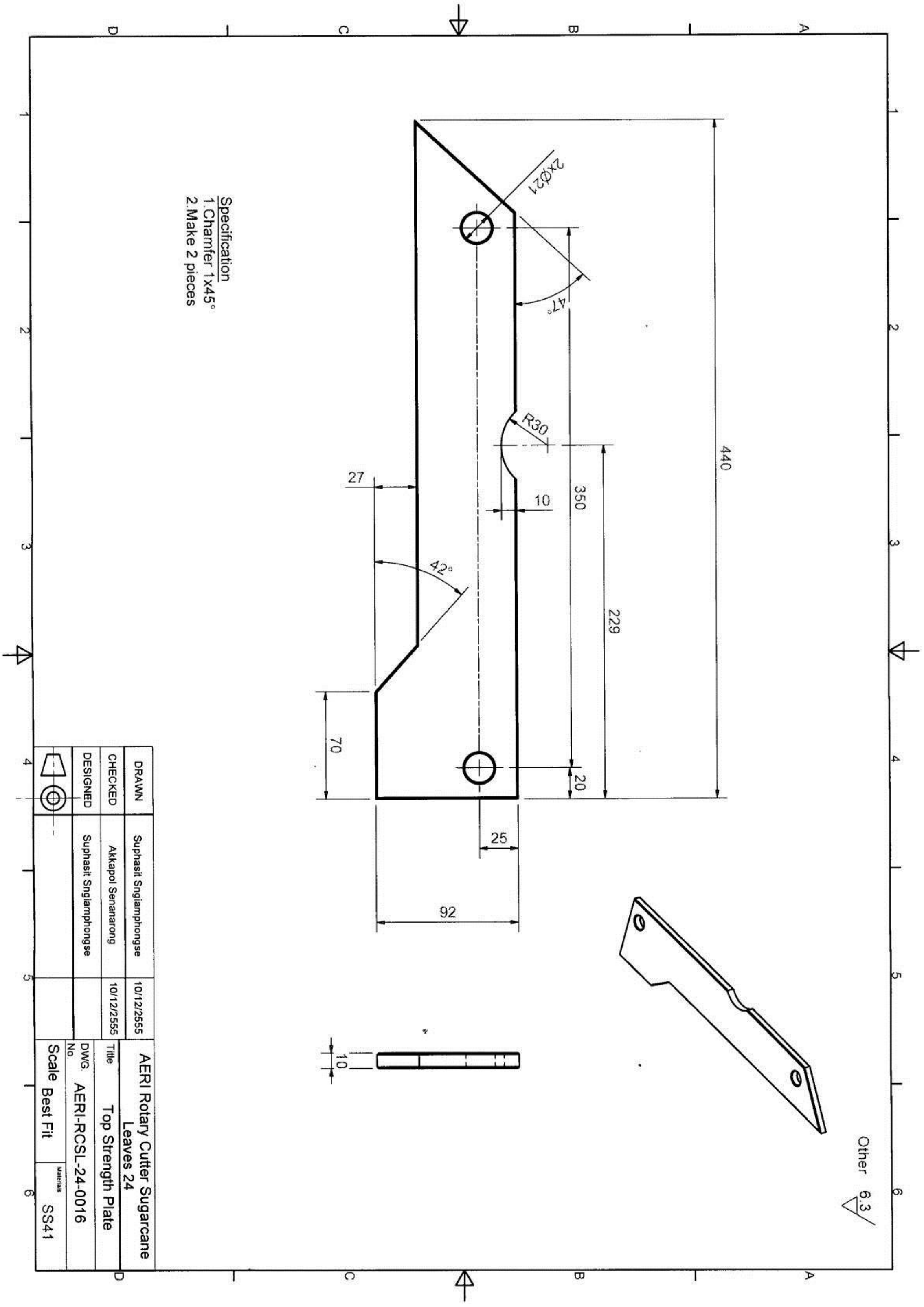
รูปผนวก 2ก.14 แขนยึดหัวเกียร์ซ้าย



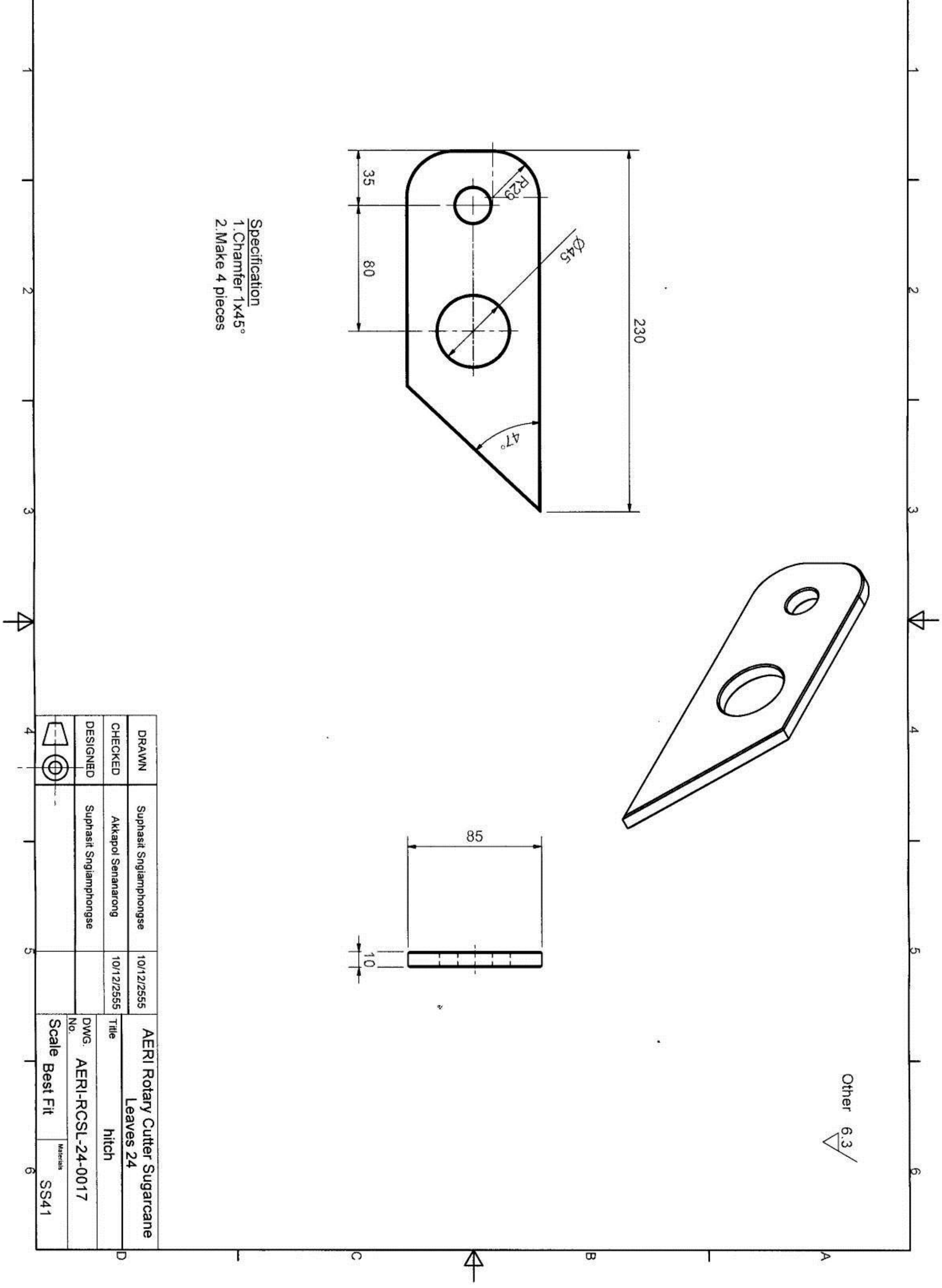
รูปผนวก 2ก.15 ชุดหัวเกียร์



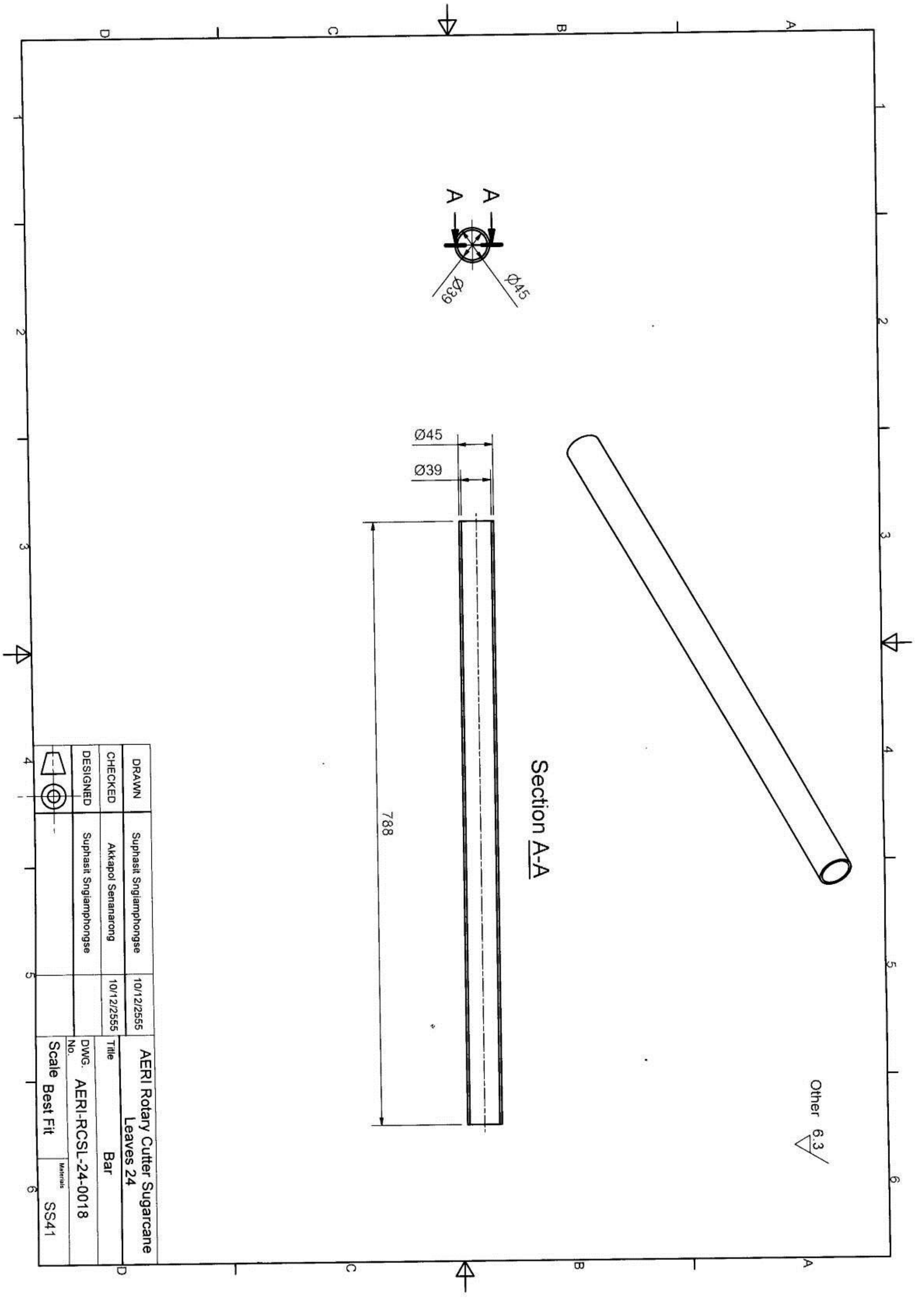
รูปผนวก 2ก.16 ชุดจับยึดแขนหัวเกียร์



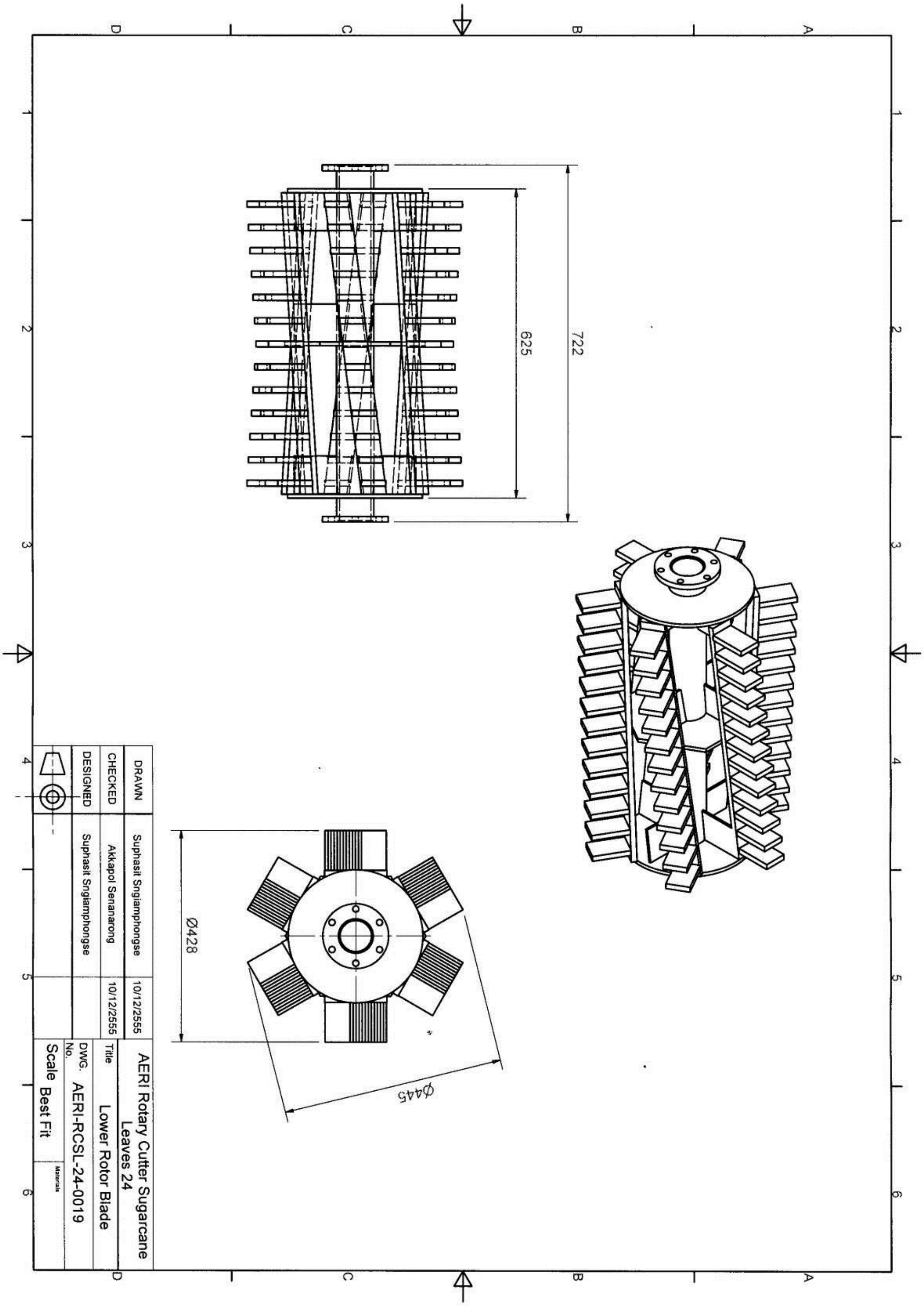
รูปผนวก 2ก.17 แผ่นเสริมความแข็งแรงฝาบน



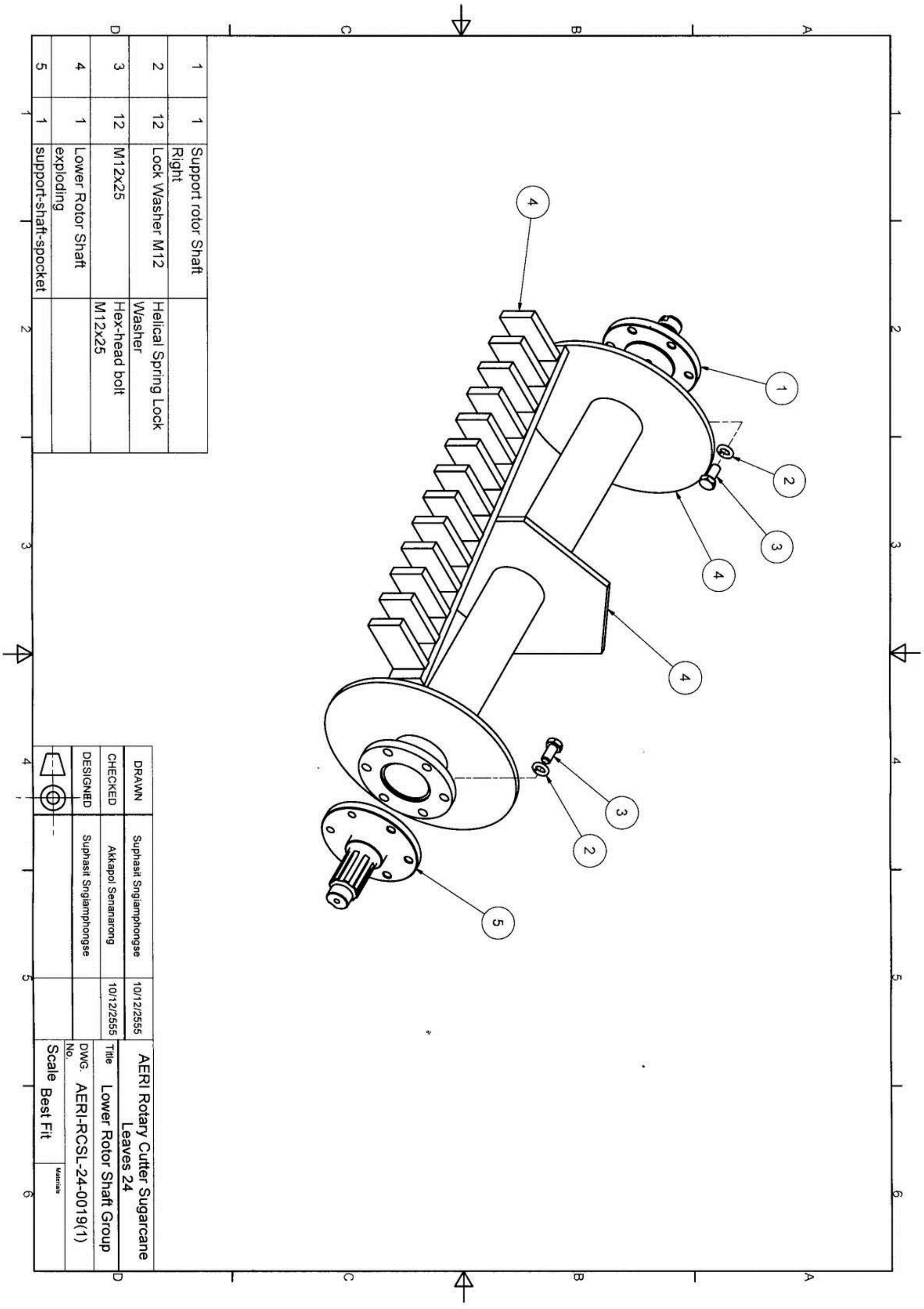
รูปผนวก 2ก.18 ชุดแขนยกล่าง



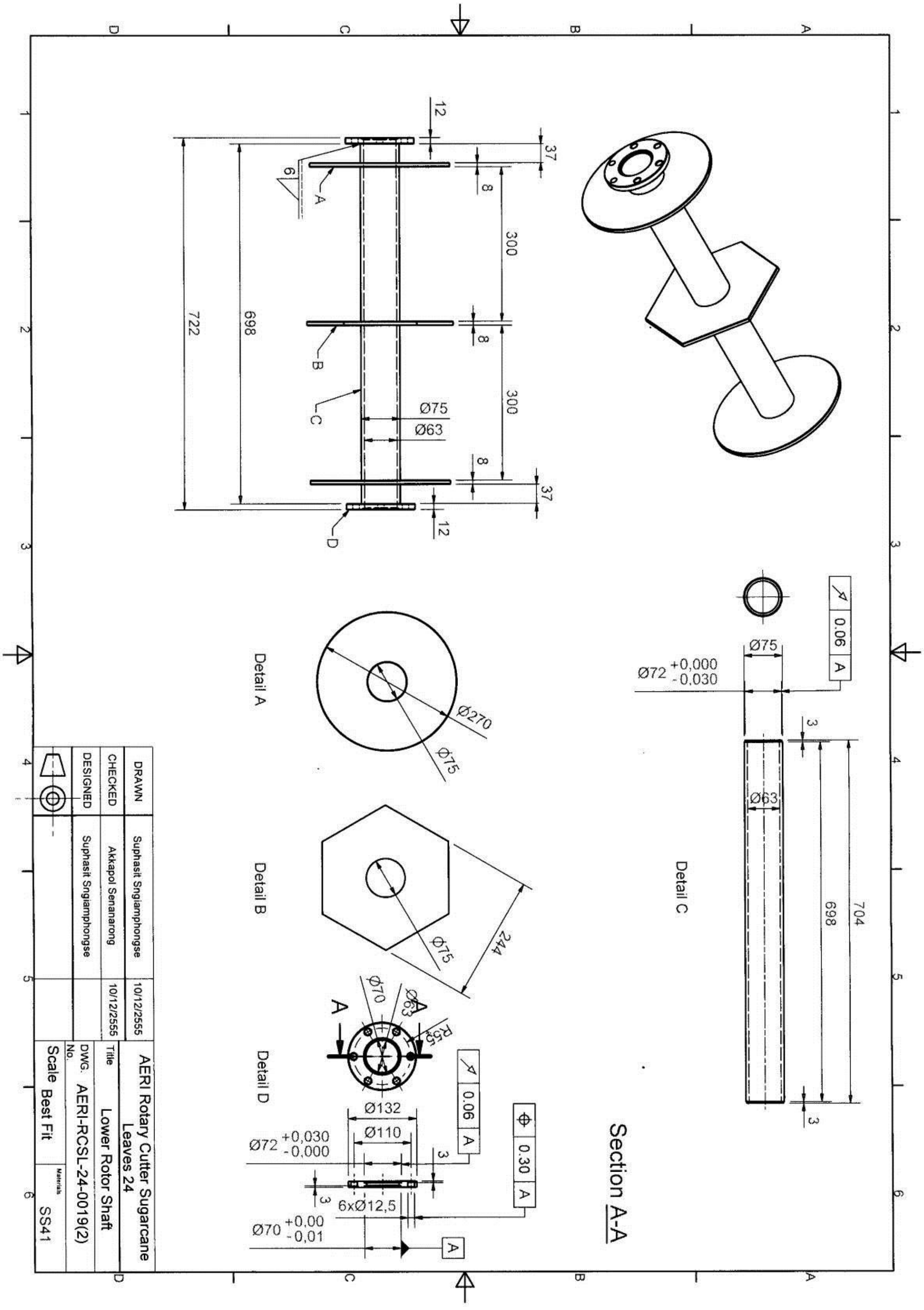
รูปผนวก 2ก.19 ท่อเสริมความแข็งแรงชุดแขนยกล่าง



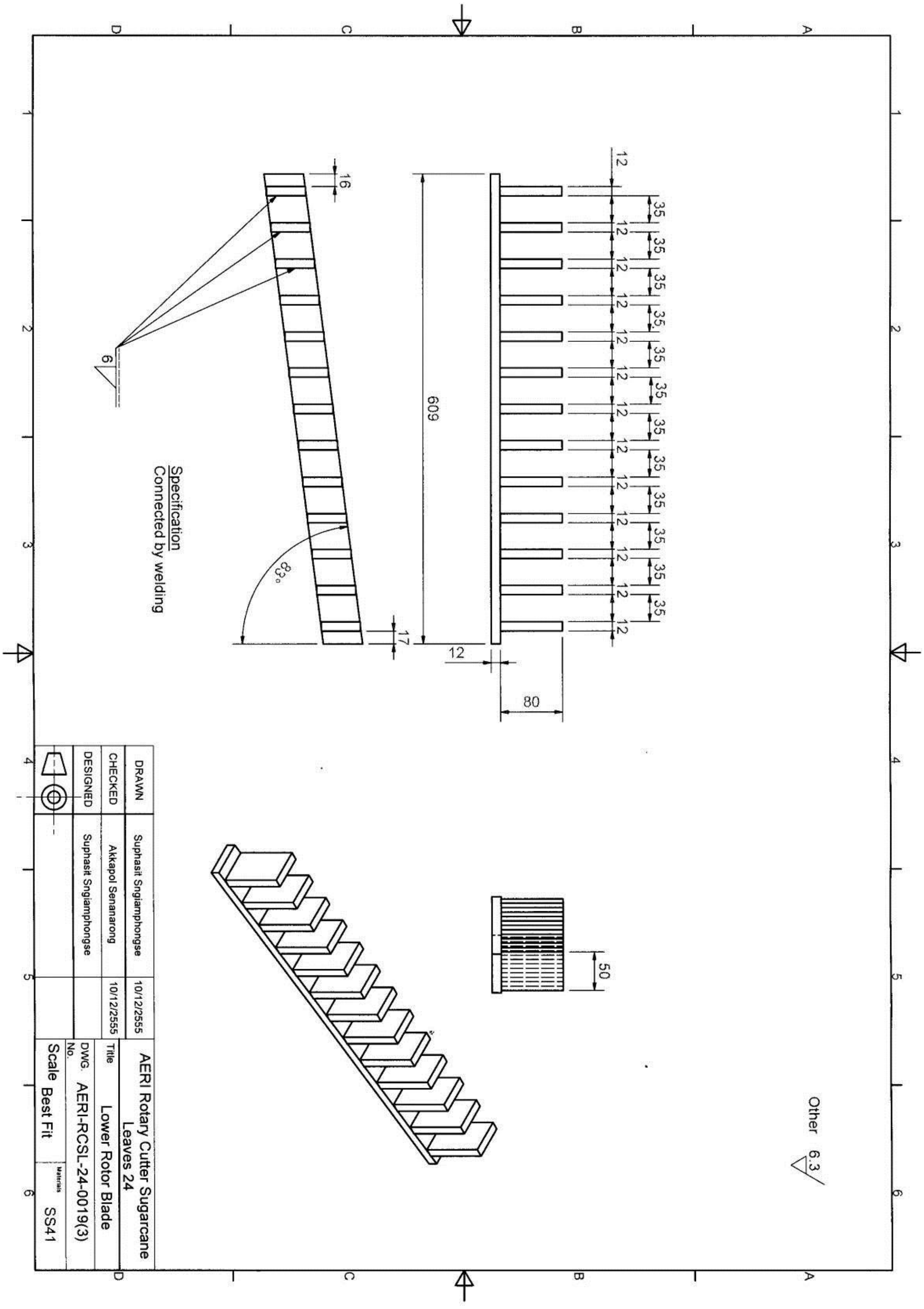
รูปผนวก 2ก.20 ชุดลูกตีล่าง



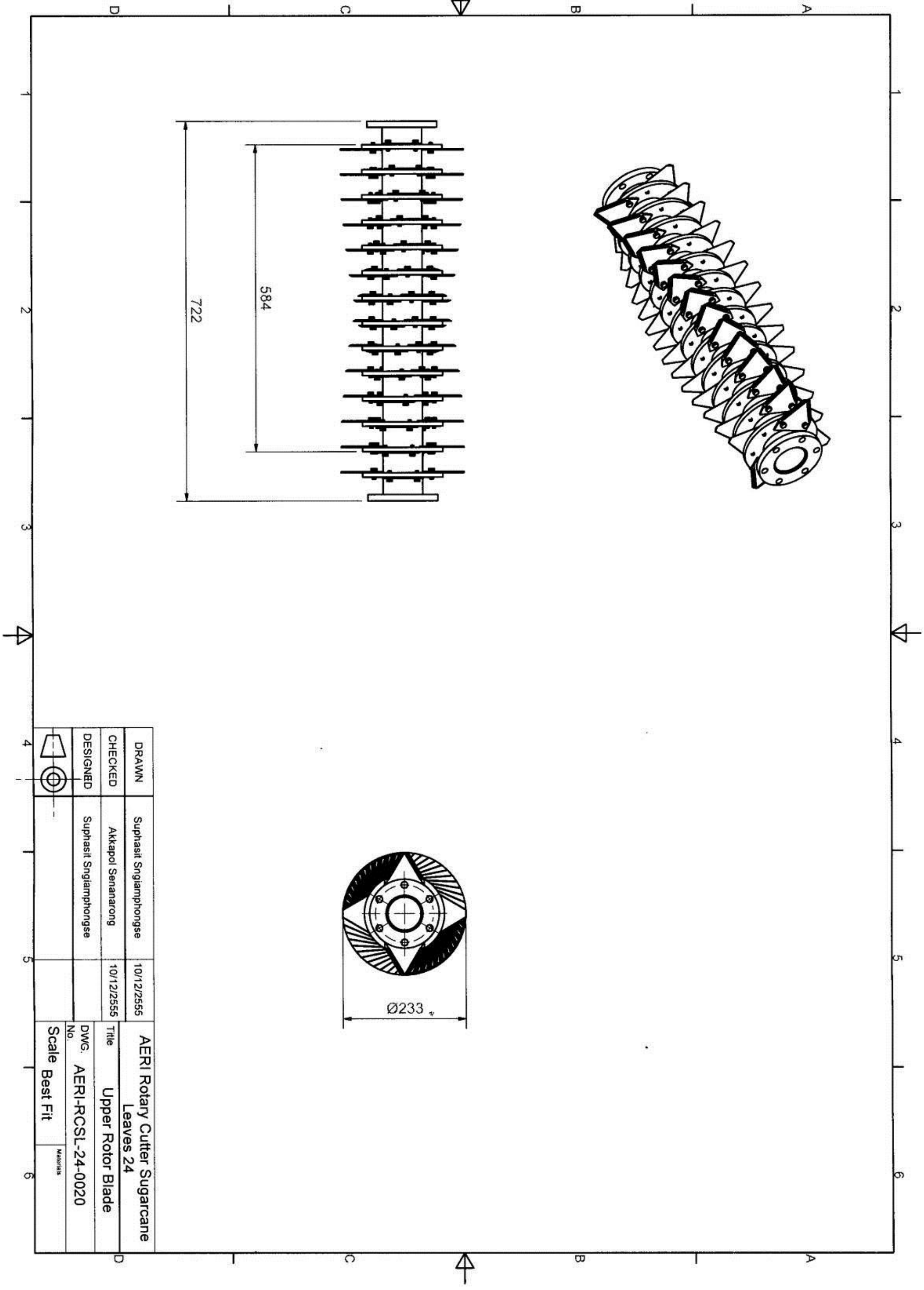
รูปผนวก 2ก.21 ชุดประกอบลูกตีล่าง



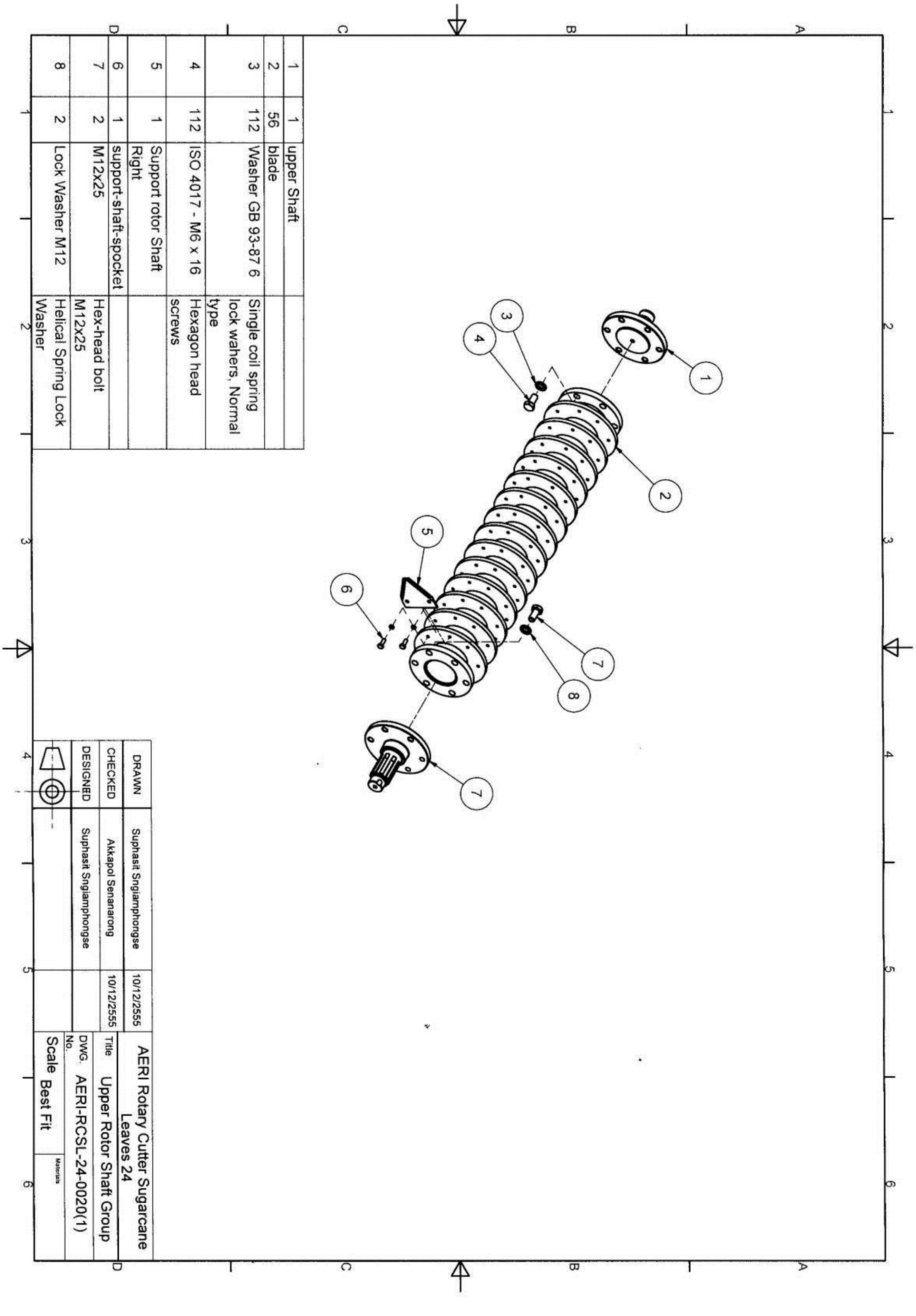
รูปผนวก 2ก.22 ชุดชิ้นส่วนลูกตีล่าง



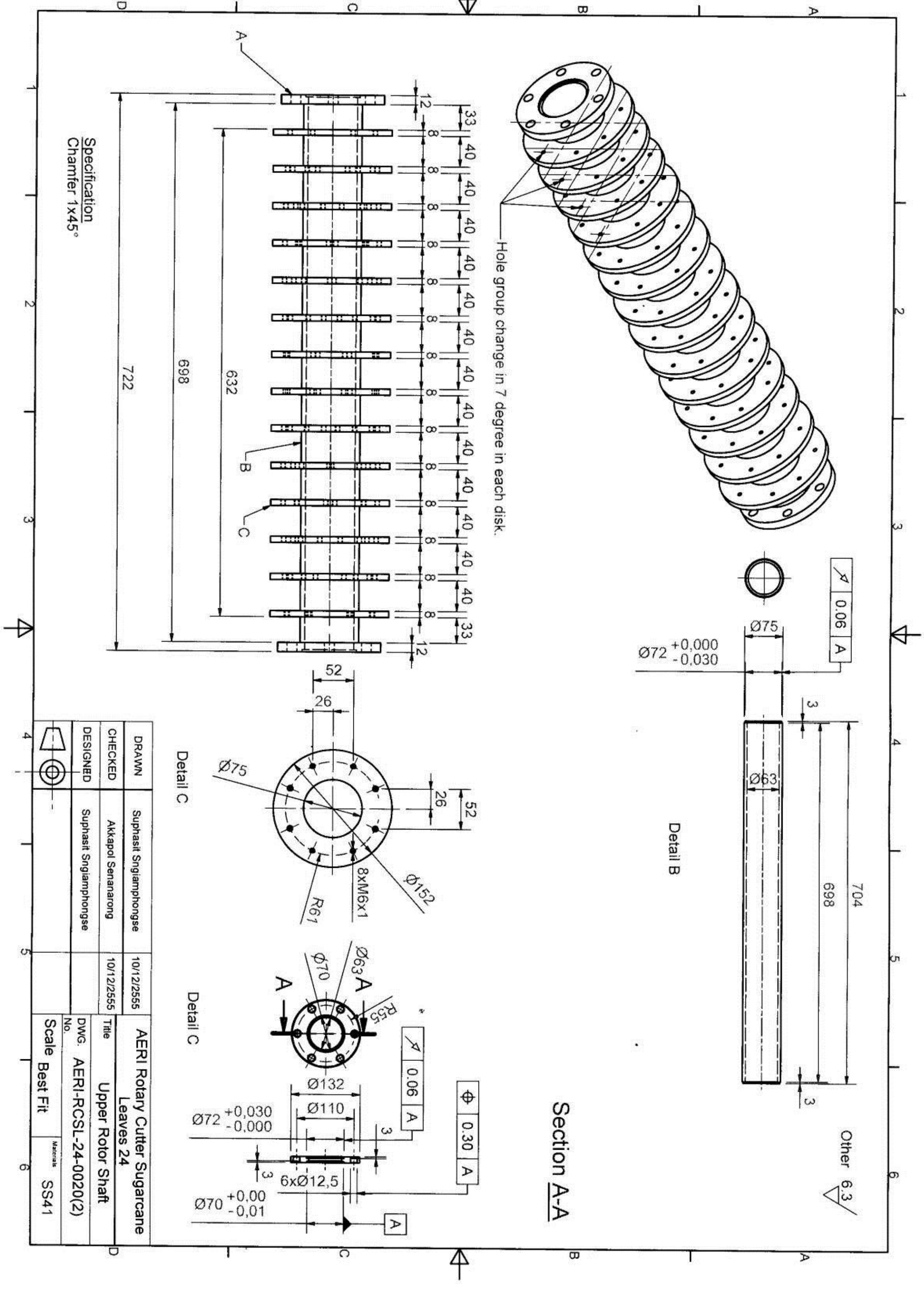
รูปผนวก 2ก.23 ชุดฟันลูกตีล่าง



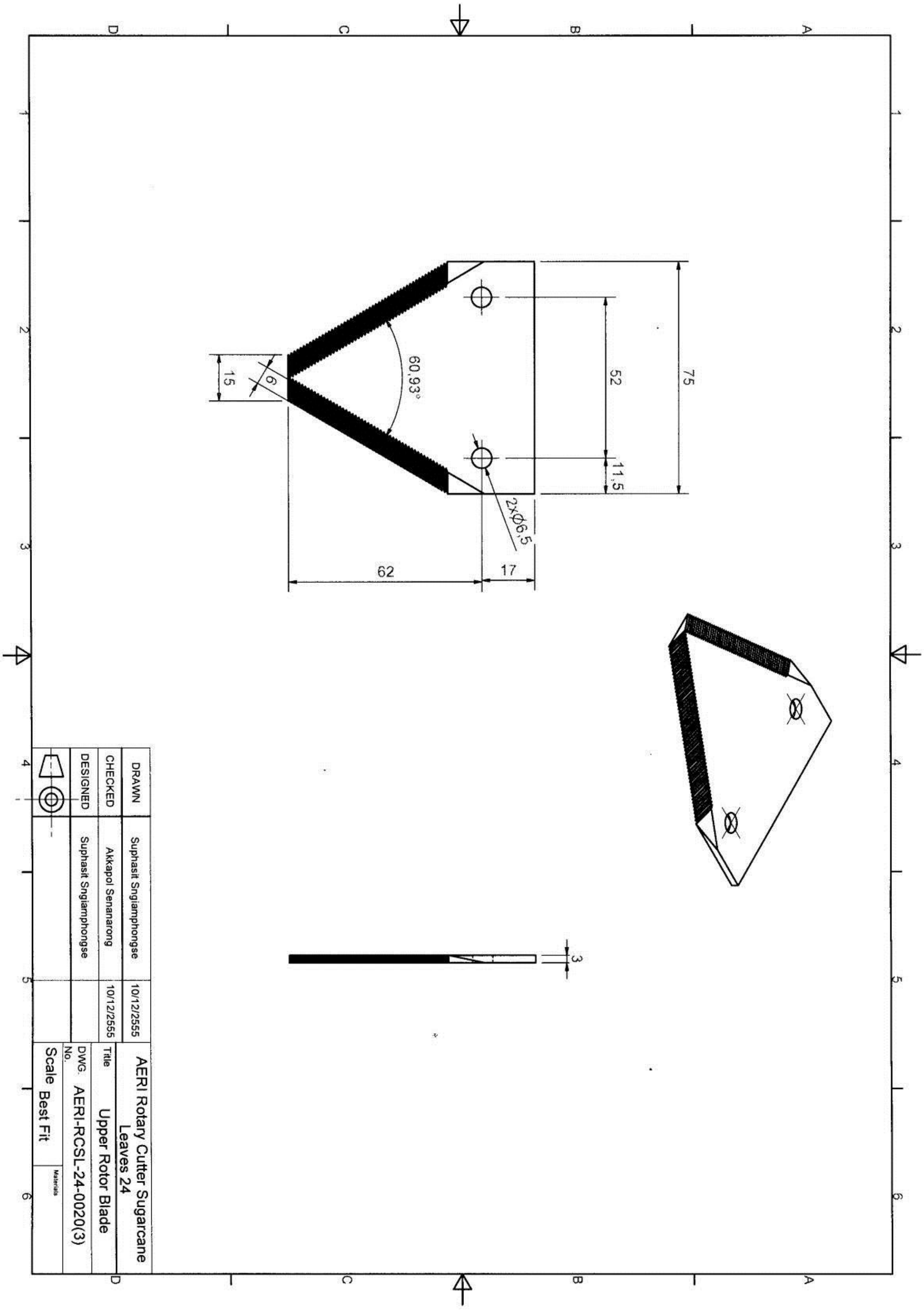
รูปผนวก 2ก.24 ชุดลูกตีบน



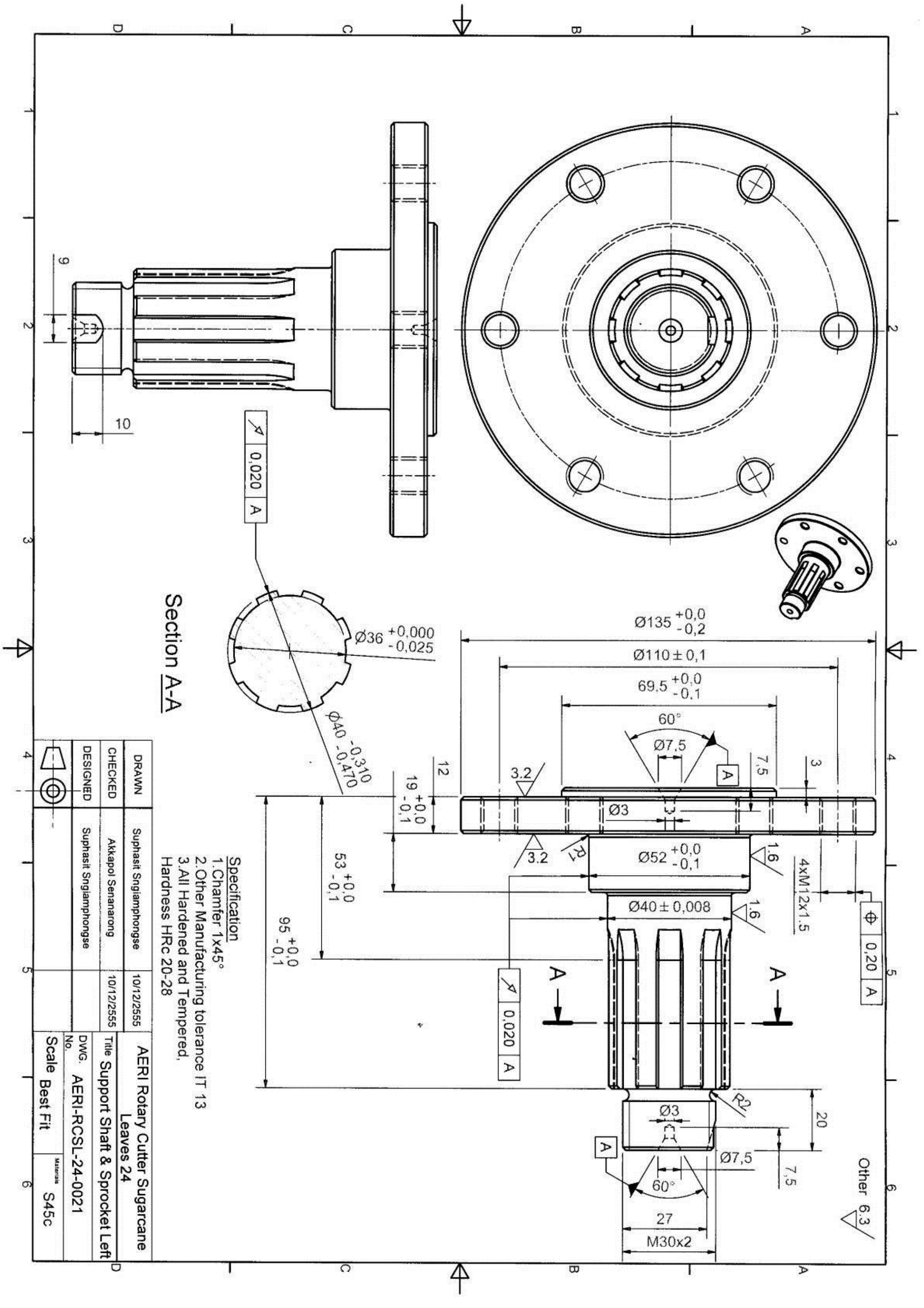
รูปผนวก 2ก.25 ชุดประกอบลูกตีบน



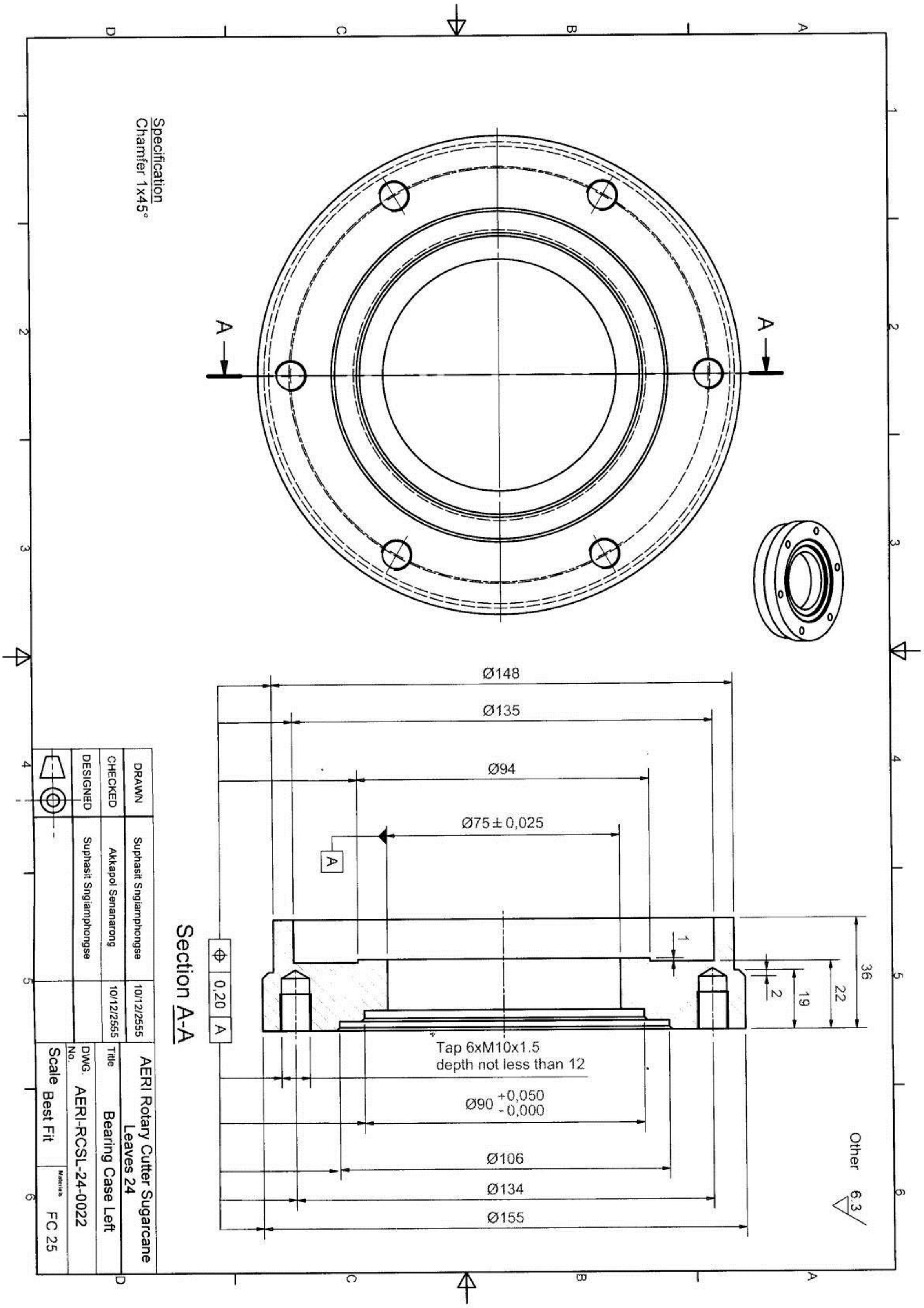
รูปผนวก 2ก.26 ชุดชิ้นส่วนลูกตีบน



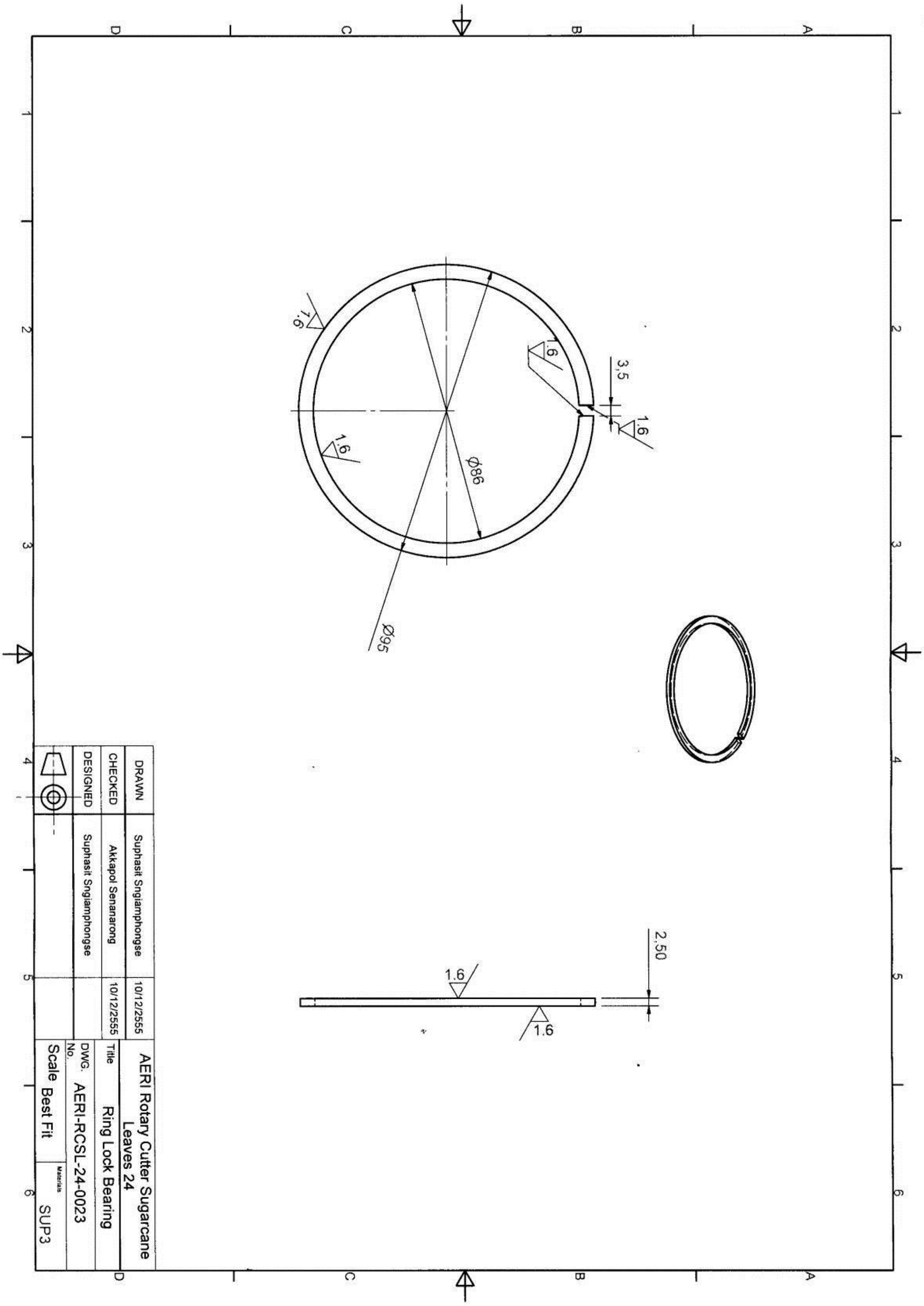
รูปผนวก 2ก.27 ใบมีดลูกตีบน



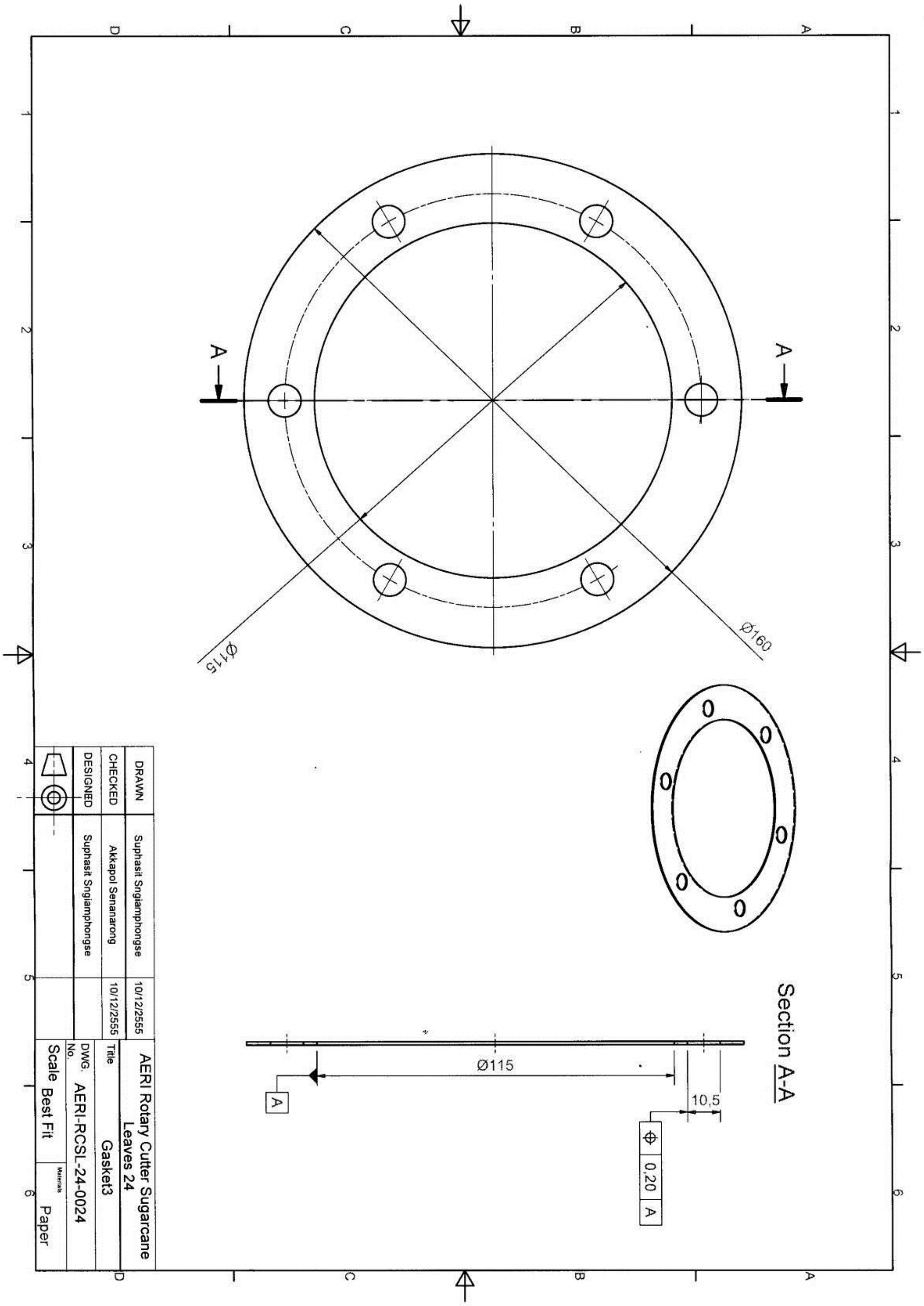
รูปผนวก 2ก.28 ชุดยึดเพลาลูกตีขวา



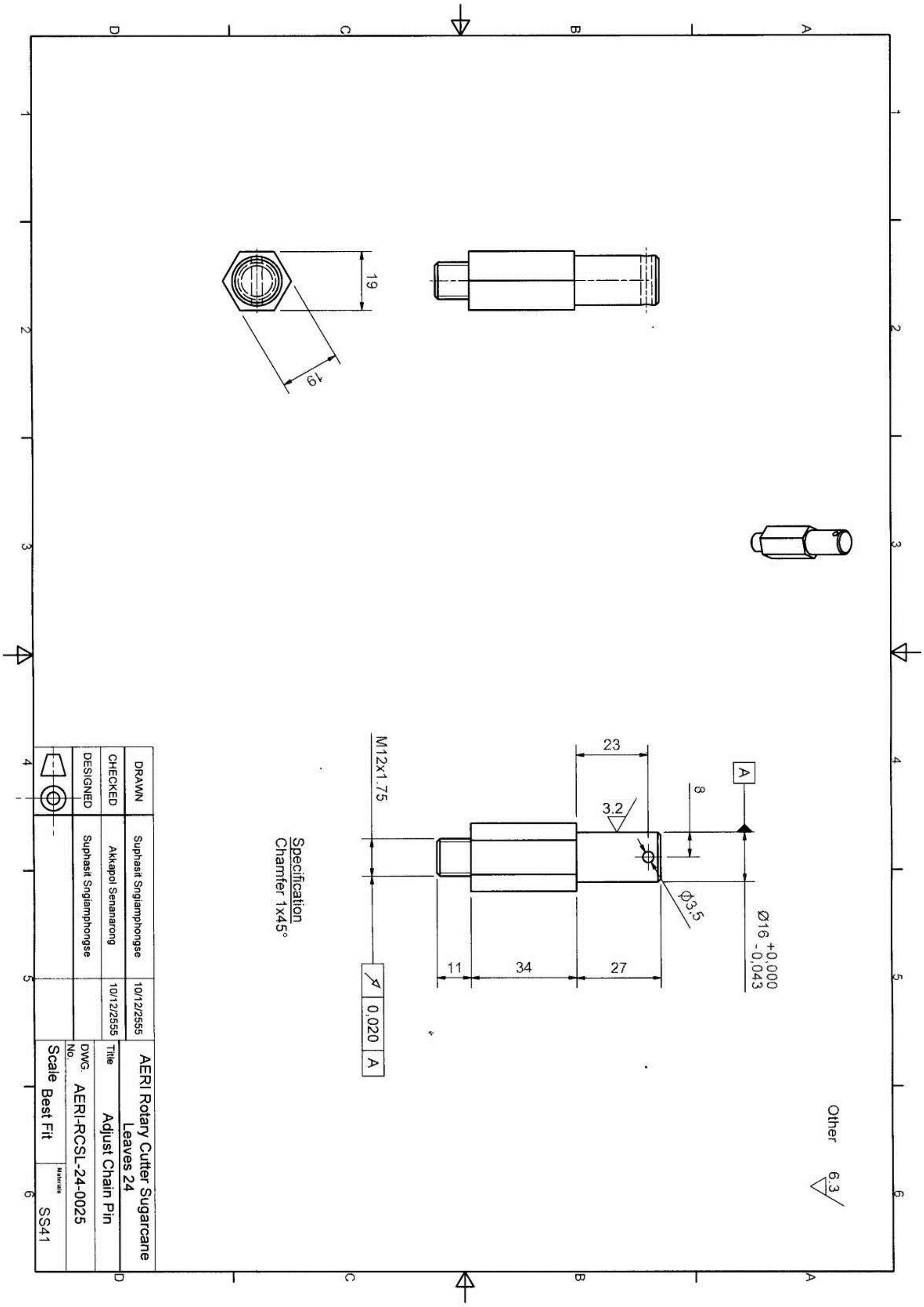
รูปผนวก 2ก.29 เสื้อลูกปืนในขวา



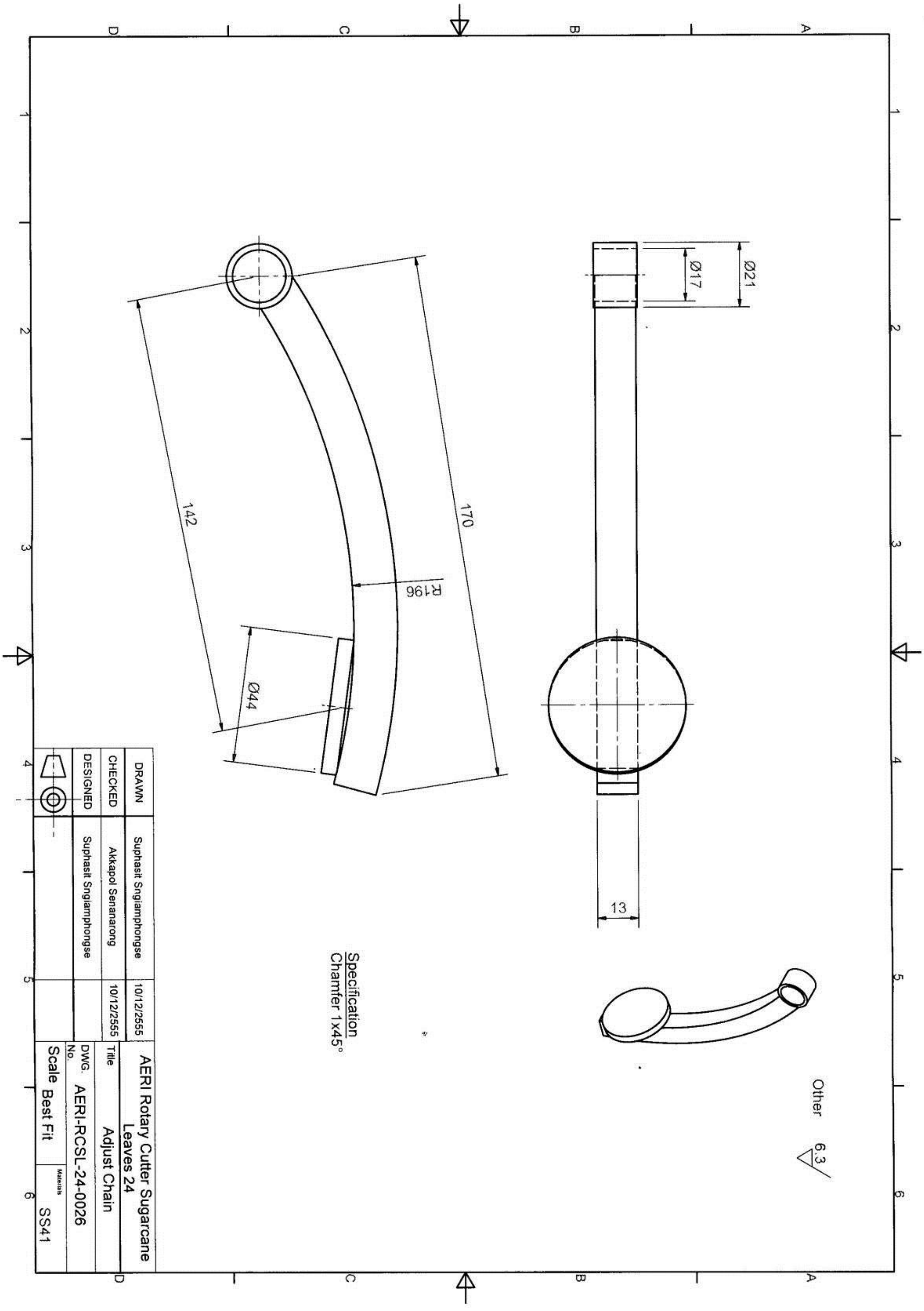
รูปผนวก 2ก.30 แหวนล้อคลูกปืนในขวา



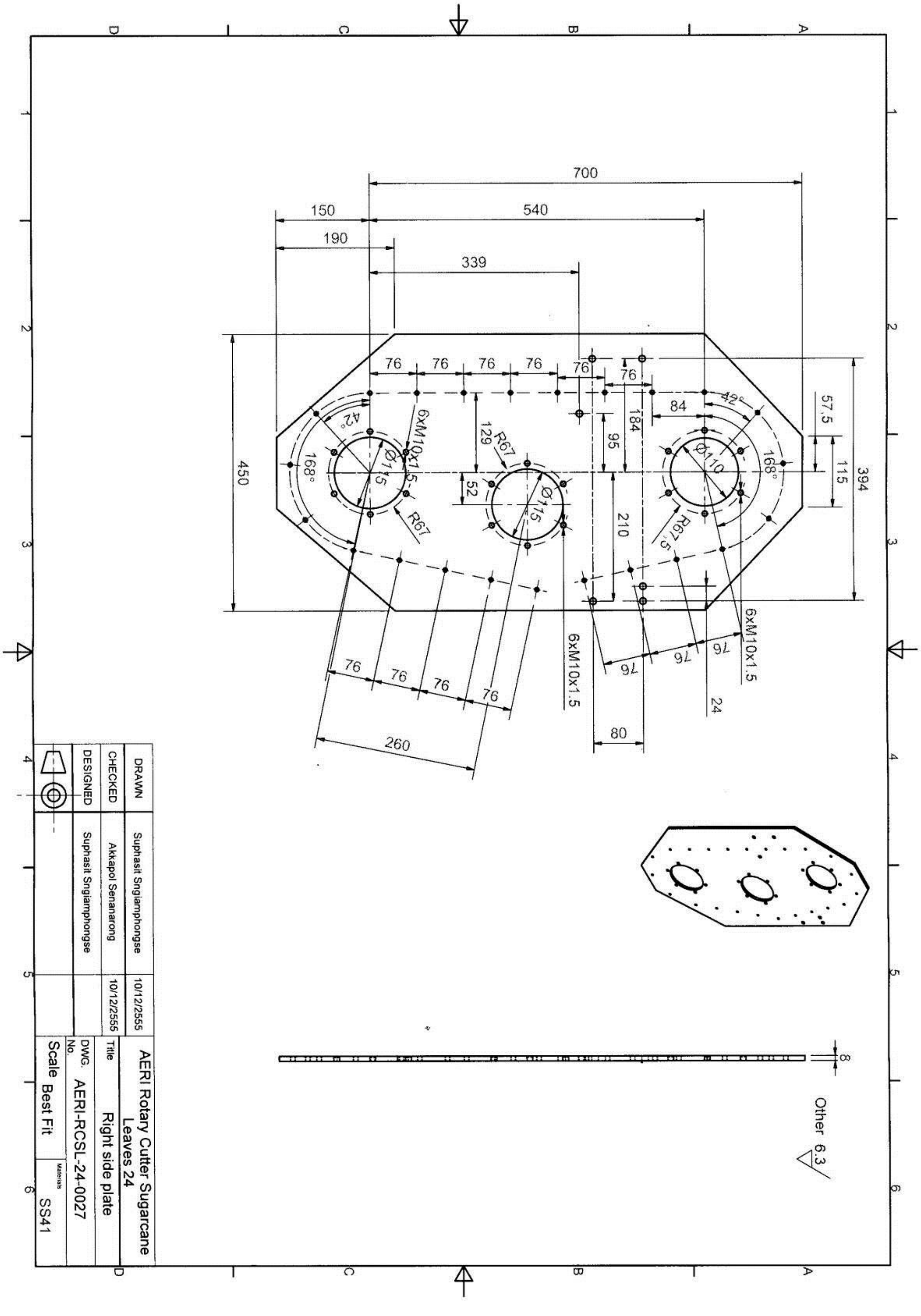
รูปผนวก 2ก.31 ปะเก็นลูกปืนในขวา



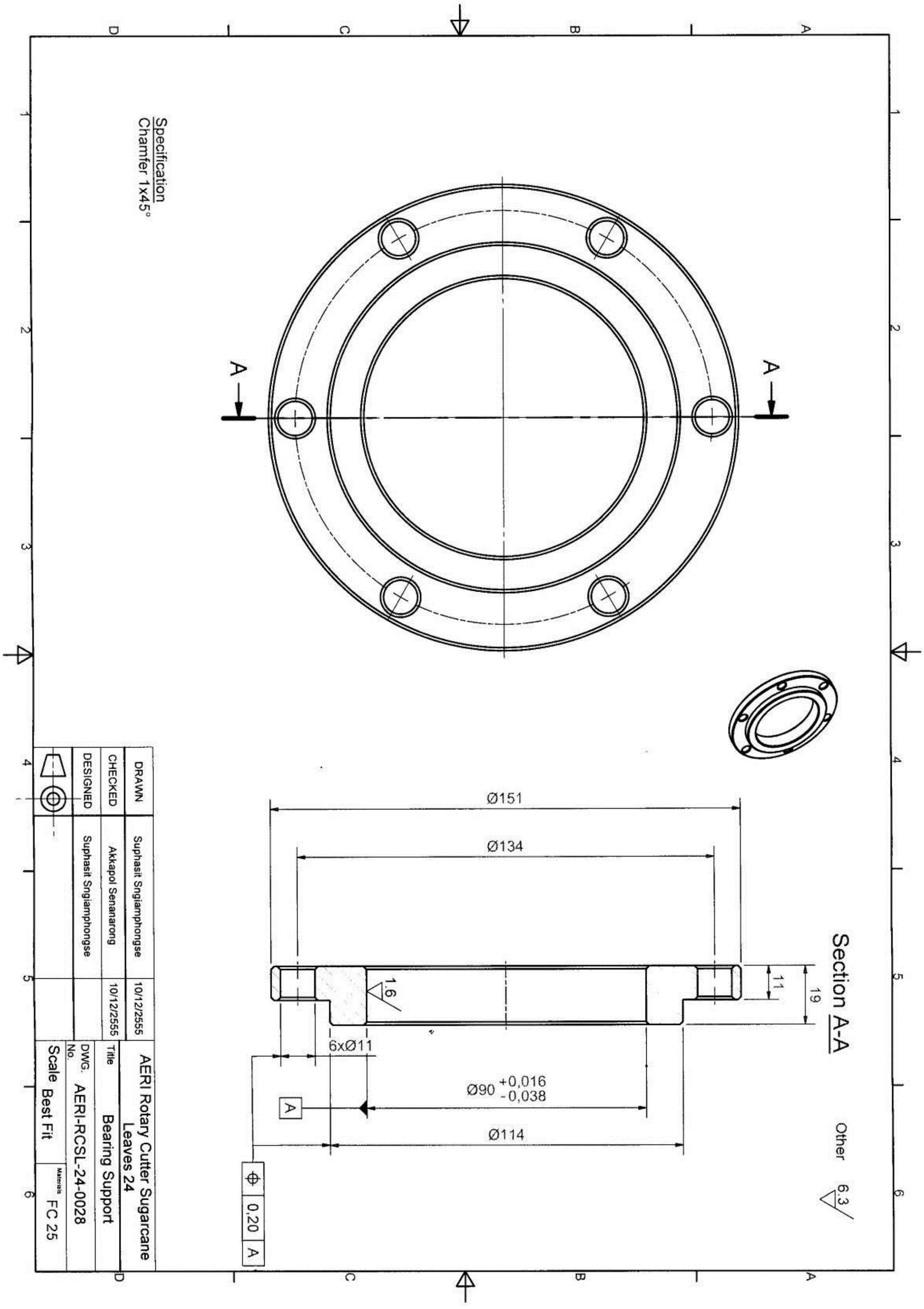
รูปผนวก 2ก.32 เพลายึดชุดปรับตั้งโซ่



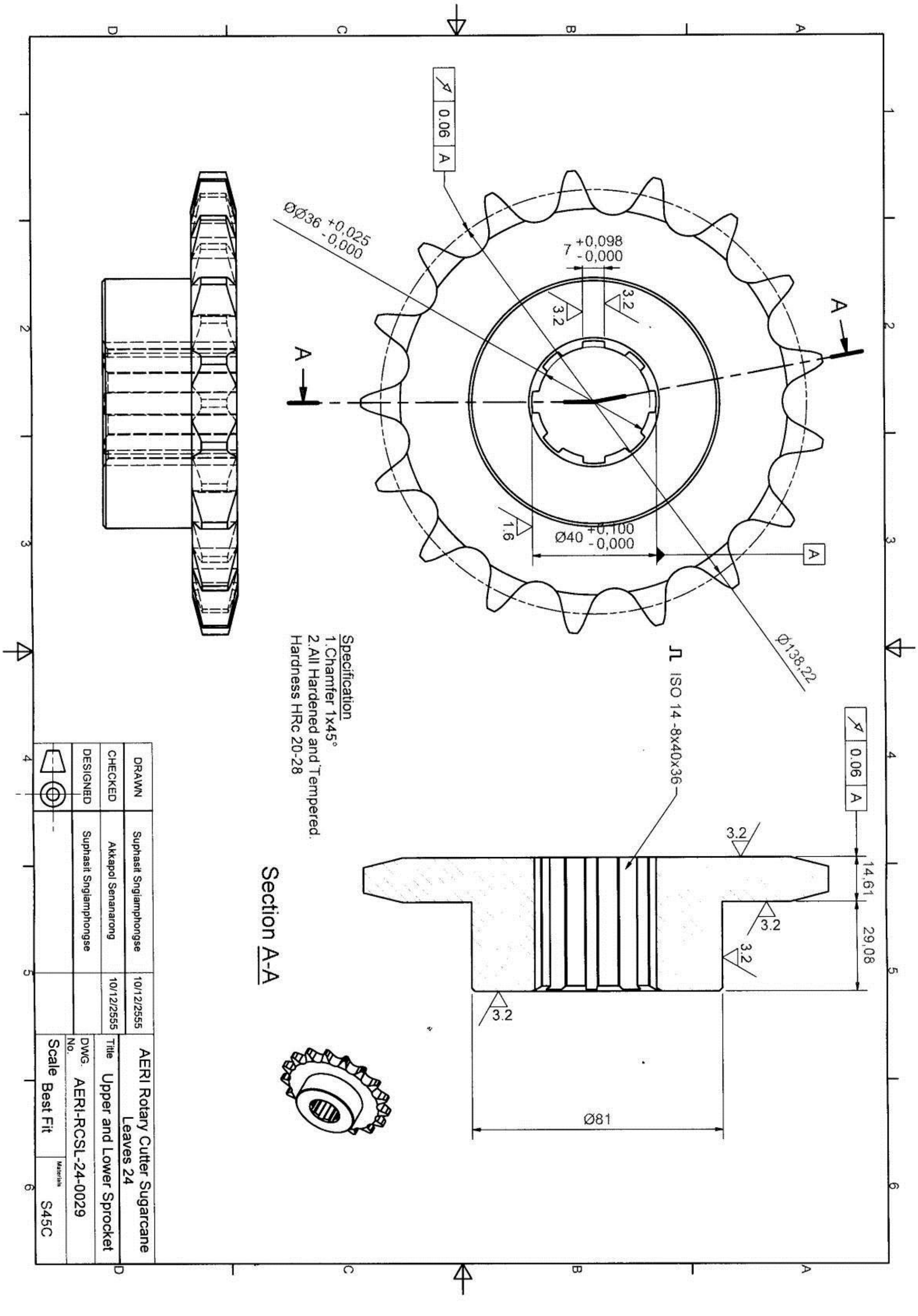
รูปผนวก 2ก.33 ชุดปรับตั้งโซ่



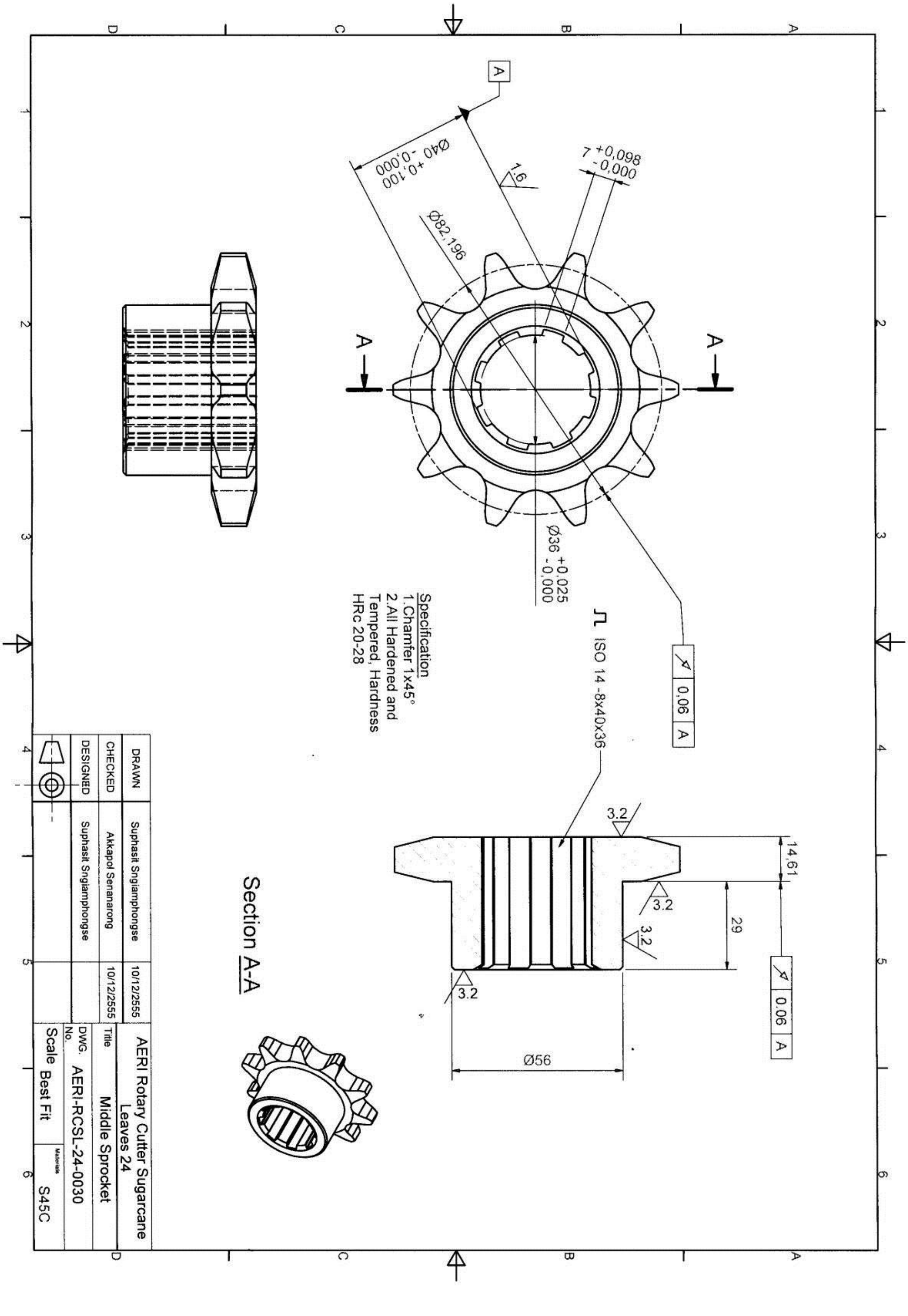
รูปผนวก 2ก.34 แผ่นข้างขวา



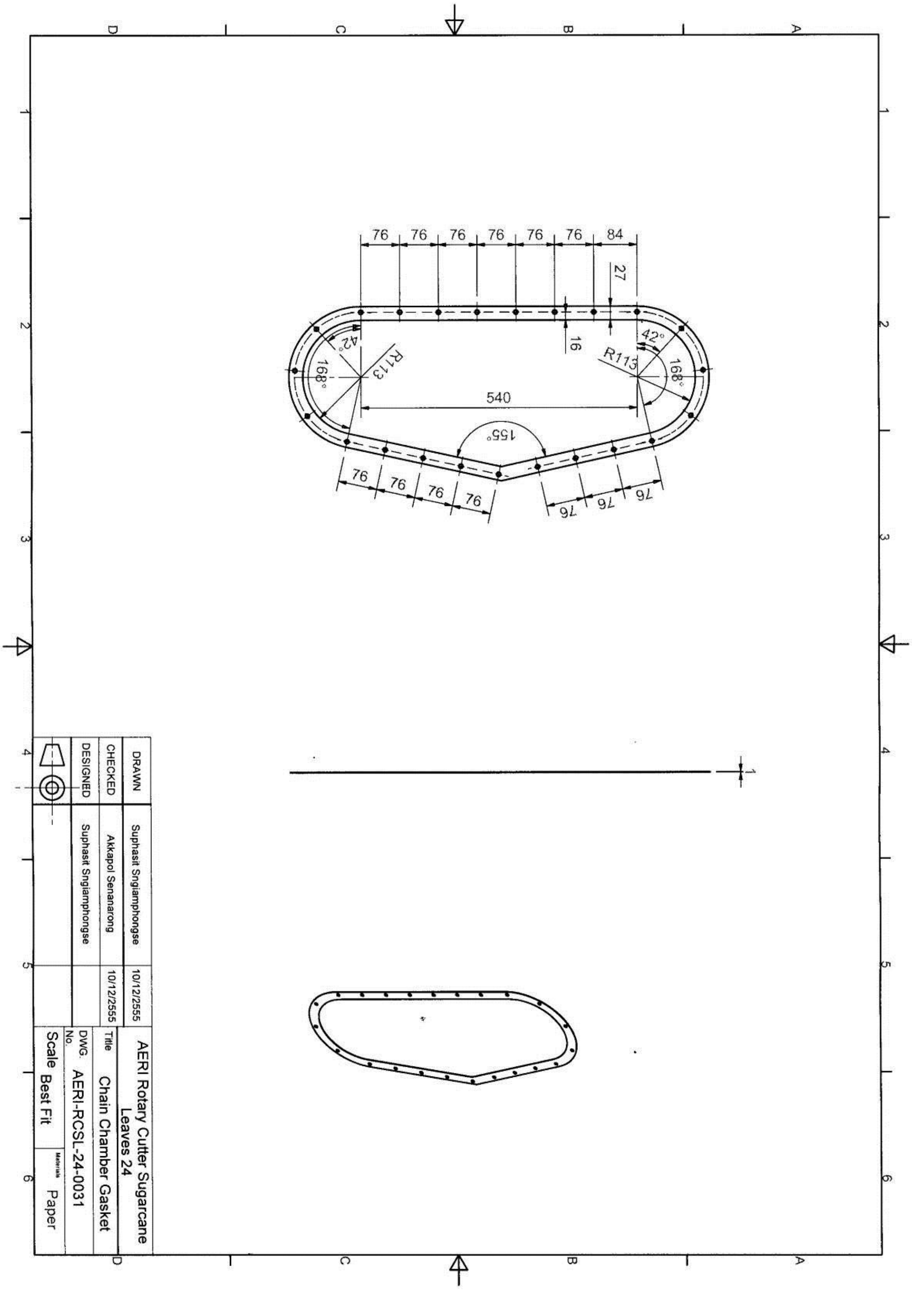
รูปผนวก 2ก.35 เสื้อลูกปืนนอกขวา



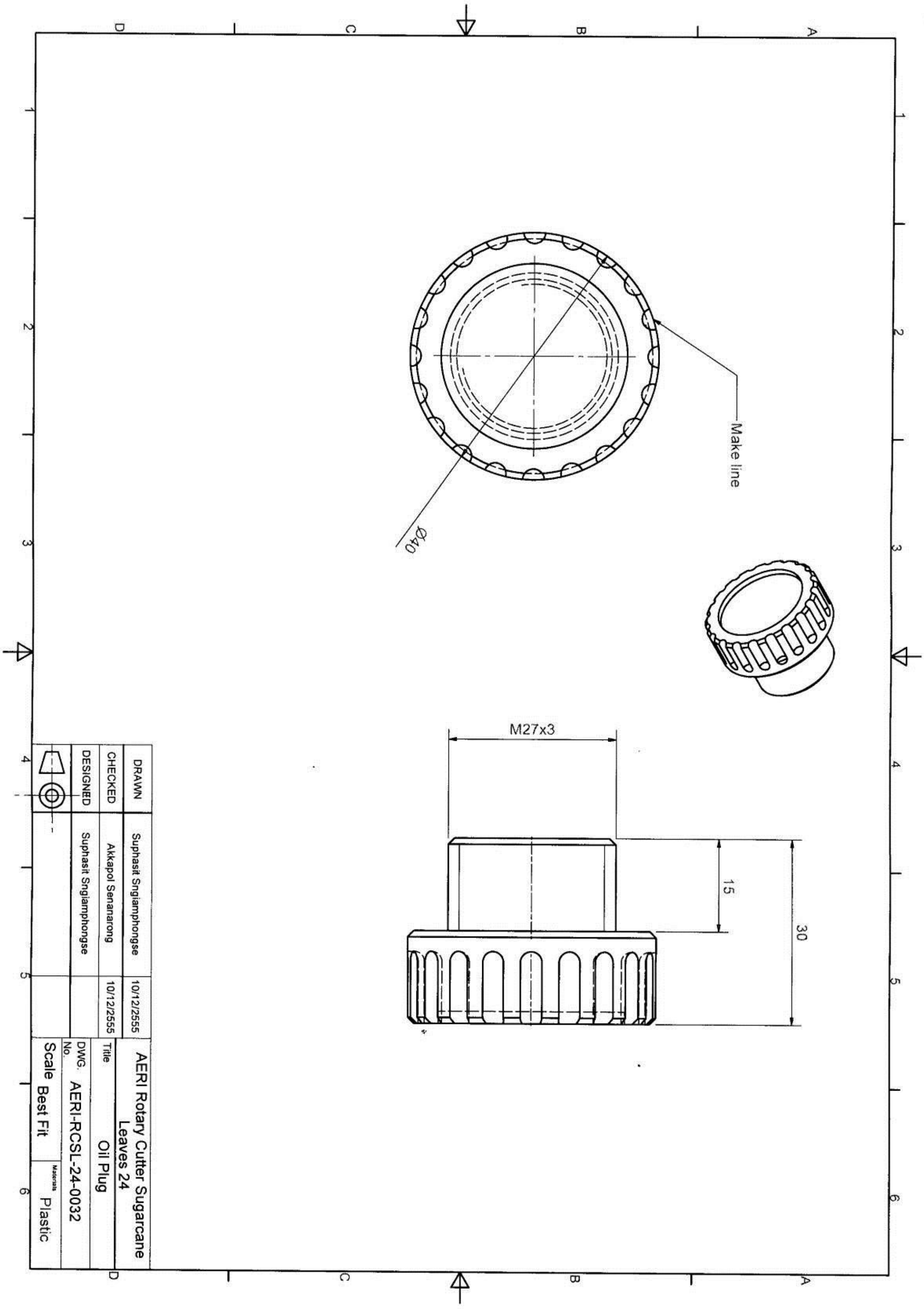
รูปผนวก 2ก.36 เฟืองโซ่บนและล่าง



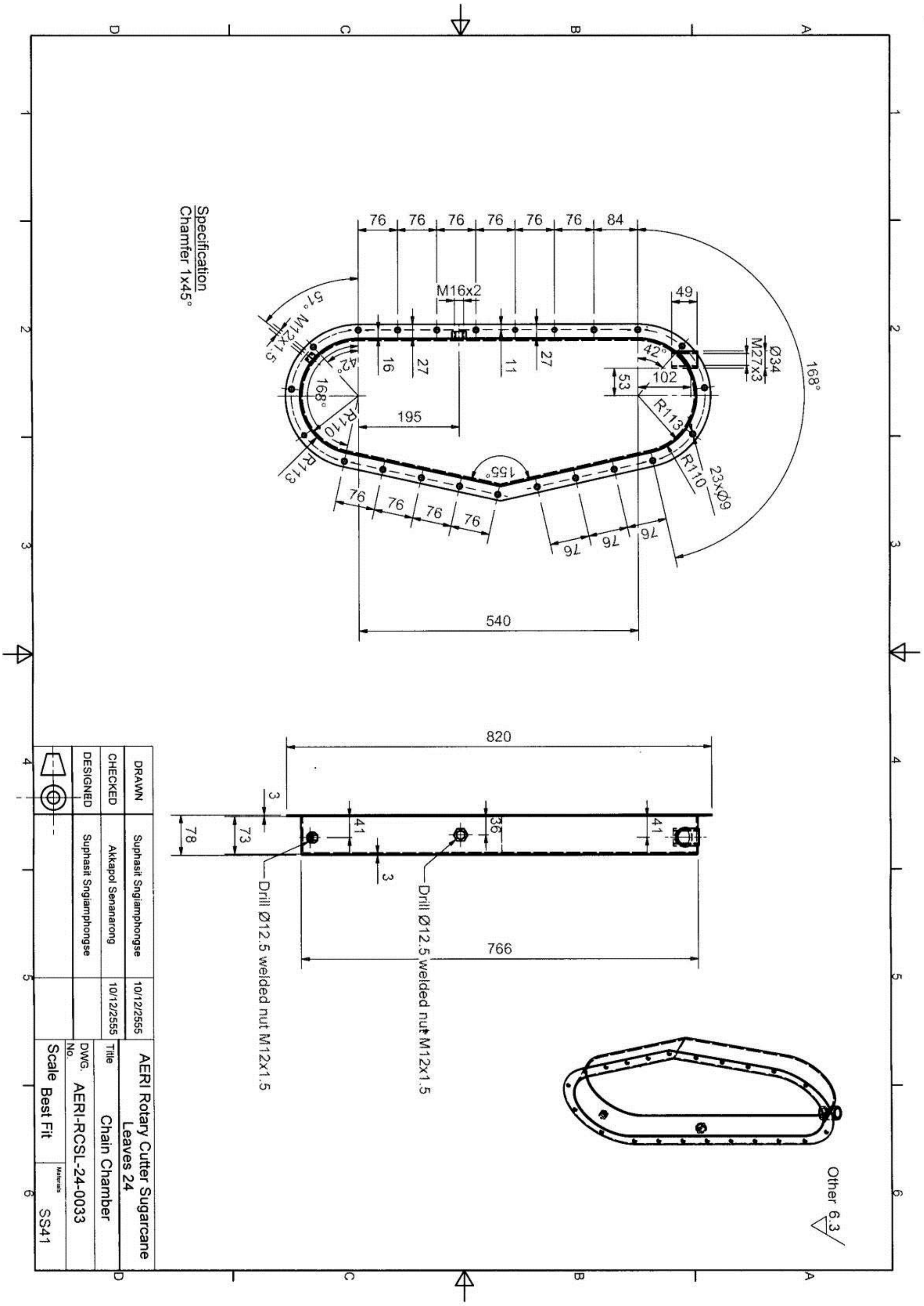
รูปผนวก 2ก.37 เฟืองโซ่กลาง



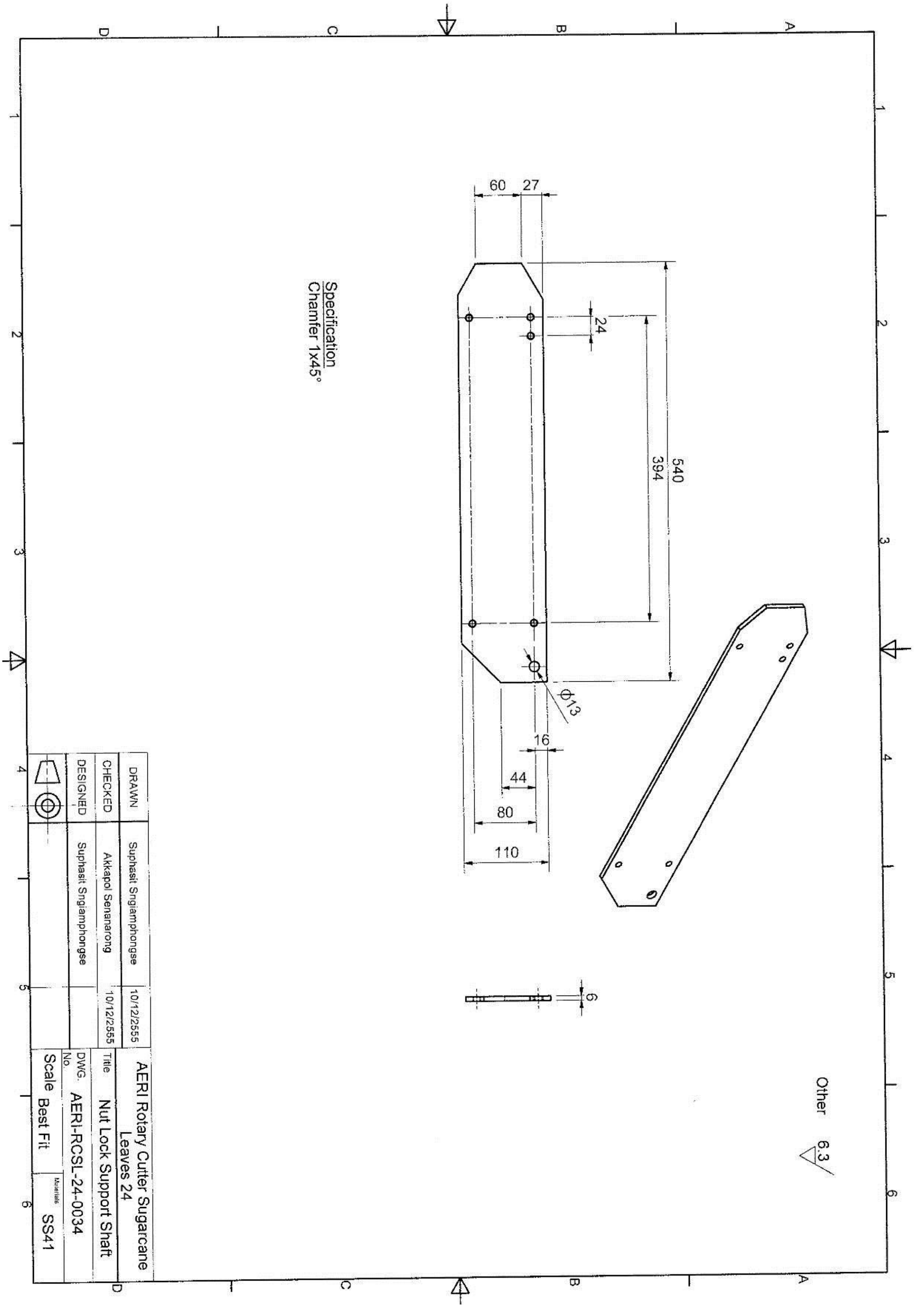
รูปผนวก 2ก.38 ปะเก็นห้องโซ่



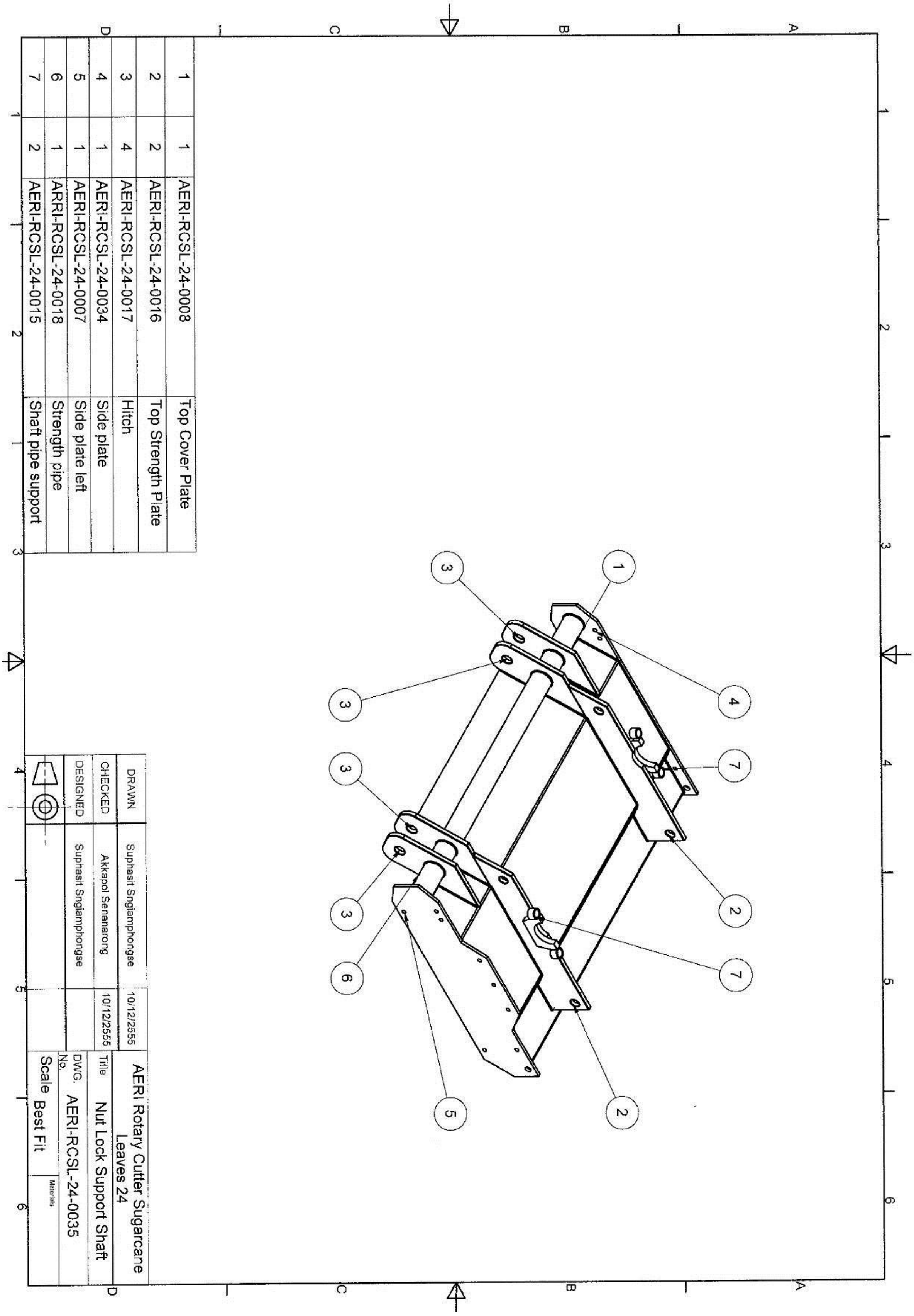
รูปผนวก 2ก.39 ฝาปิดท่อเติมน้ำมันห้องโซ่



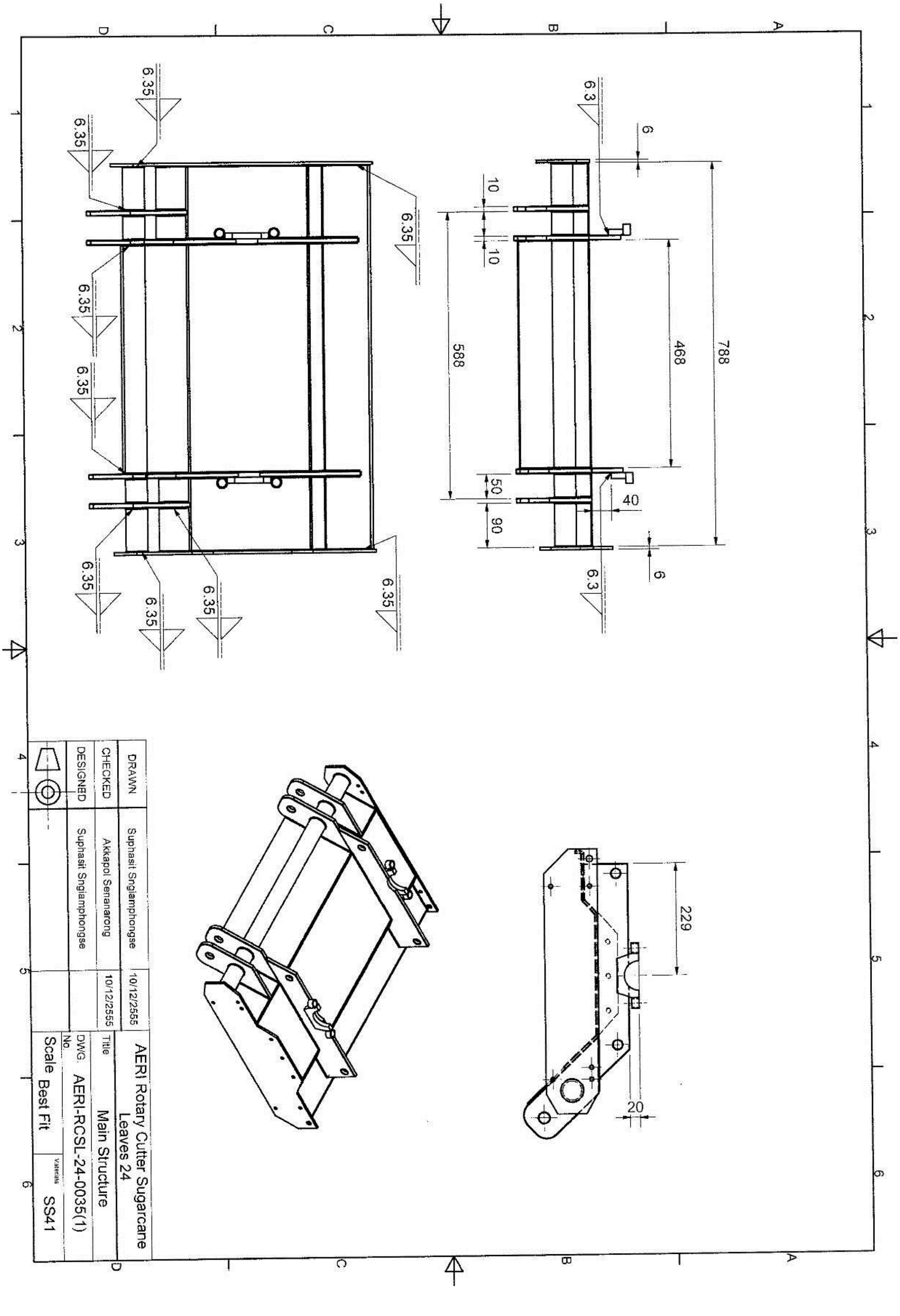
รูปผนวก 2ก.40 ฝาครอบห้องโซ่



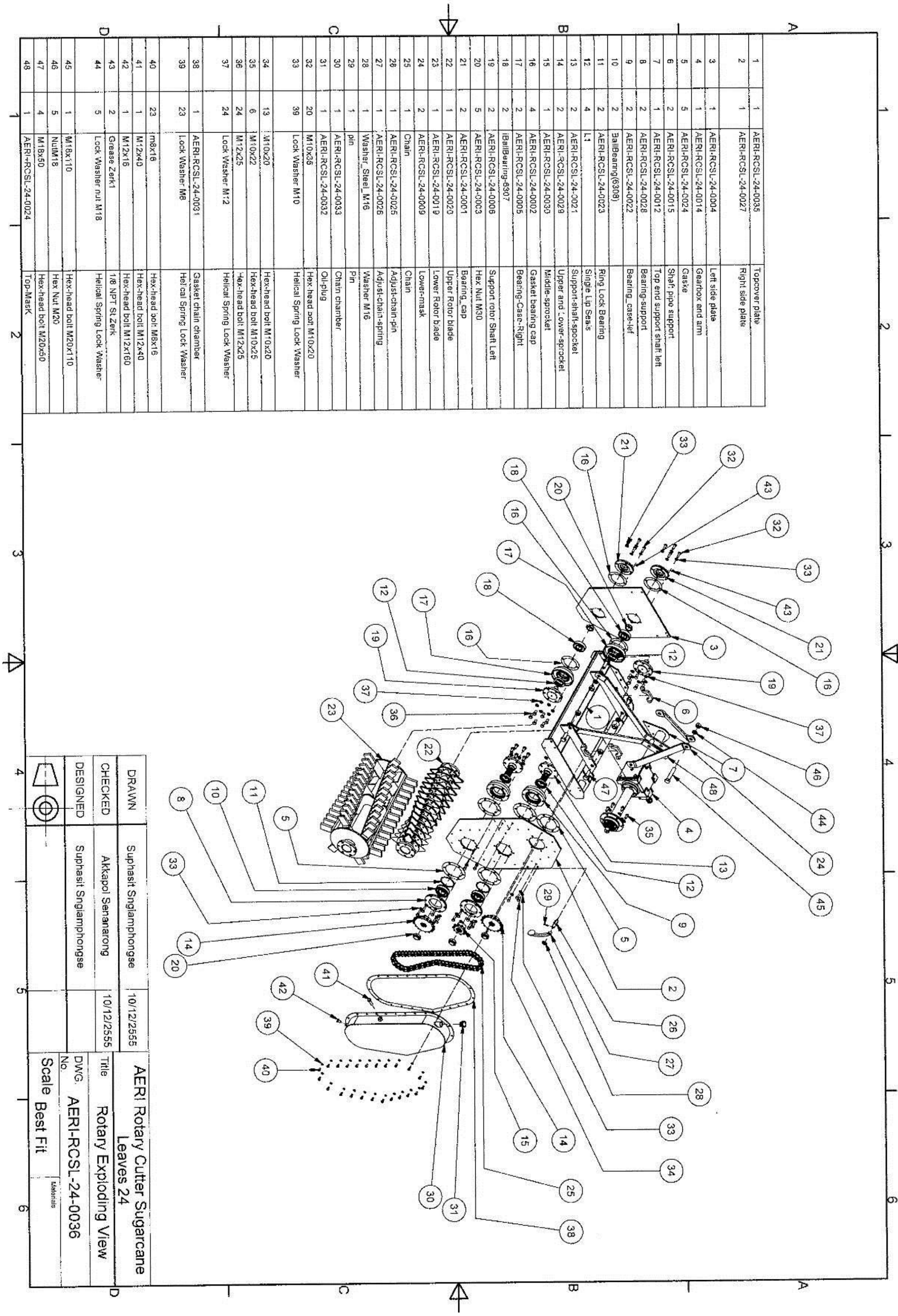
รูปผนวก 2ก.41 แผ่นประกบโครงบนขวา



รูปผนวก 2ก.42 ชุดประกอบฝาบน

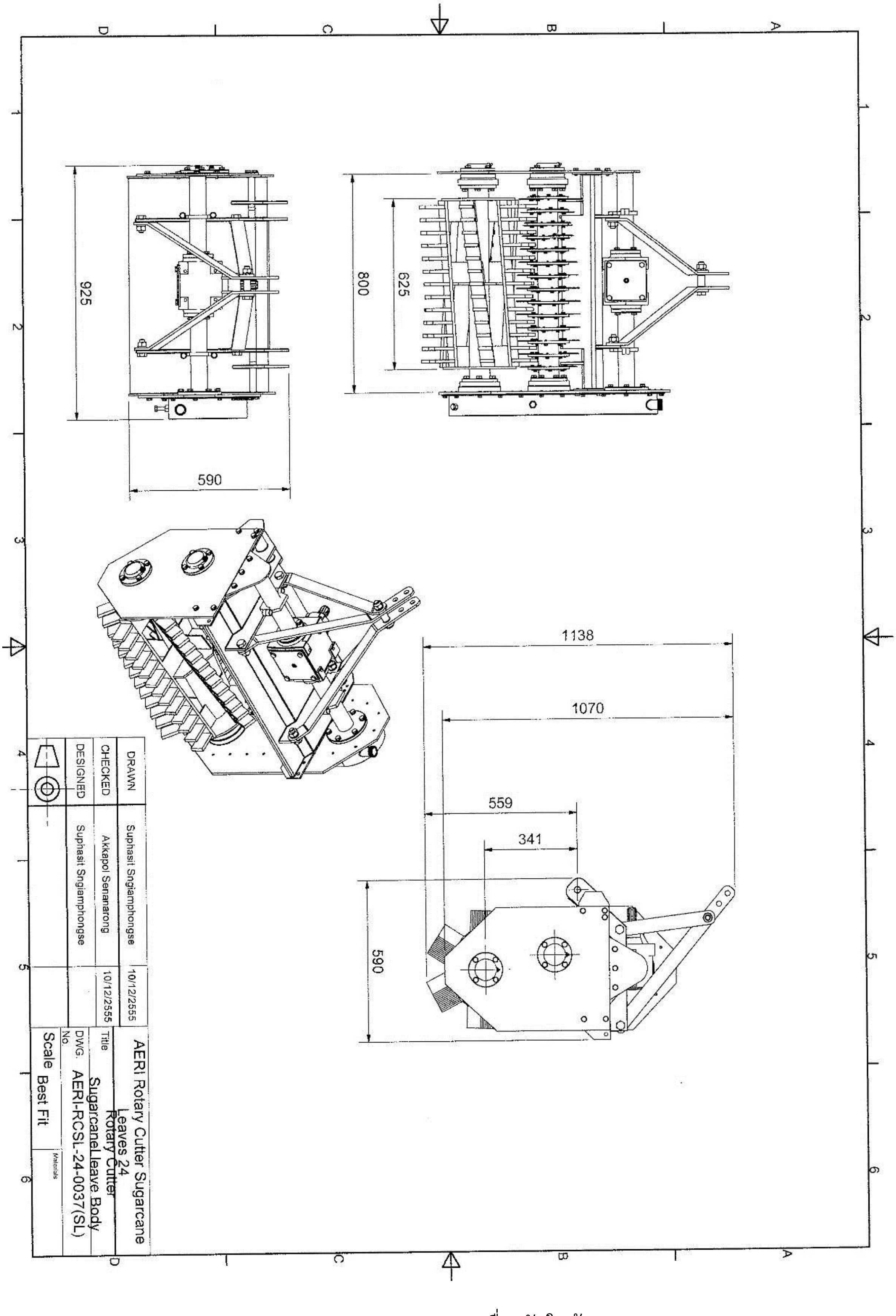


รูปผนวก 2ก.43 ชุดฝาบน



1	1	AERI-RCSL-24-0035	Topcover plate
2	1	AERI-RCSL-24-0027	Right side plate
3	1	AERI-RCSL-24-0004	Left side plate
4	1	AERI-RCSL-24-0014	Gearbox and arm
5	5	AERI-RCSL-24-0024	Gaske
6	2	AERI-RCSL-24-0015	Shaft pipe support
7	1	AERI-RCSL-24-0012	Top end support shaft left
8	2	AERI-RCSL-24-0028	Bearing-support
9	2	AERI-RCSL-24-0022	Bearing_case-lef
10	2	BallBearing(6308)	
11	2	AERI-RCSL-24-0023	Ring Lock Bearing
12	4	L1	Single Lip Seals
13	2	AERI-RCSL-24-0021	Support-shaft-spocket
14	2	AERI-RCSL-24-0029	Upper and Lower-sprocket
15	1	AERI-RCSL-24-0030	Middle-sprocket
16	4	AERI-RCSL-24-0002	Gasket bearing cap
17	2	AERI-RCSL-24-0005	Bearing-Case-Right
18	2	iBallBearing-6307	
19	2	AERI-RCSL-24-0006	Support rotor Shaft Left
20	5	AERI-RCSL-24-0003	Hex Nut M30
21	2	AERI-RCSL-24-0001	Bearing_cap
22	1	AERI-RCSL-24-0020	Upper Rotor blade
23	1	AERI-RCSL-24-0019	Lower Rotor blade
24	2	AERI-RCSL-24-0009	Lower-mask
25	1	Chain	Chain
26	1	AERI-RCSL-24-0025	Adjust-chain-pin
27	1	AERI-RCSL-24-0026	Adjust-chain-spring
28	1	Washer_Steel_M16	Washer M16
29	1	pin	Pin
30	1	AERI-RCSL-24-0033	Chain chamber
31	1	AERI-RCSL-24-0032	Oil-plug
32	20	M10x35	Hex-head bolt M10x20
33	39	Lock Washer M10	Helical Spring Lock Washer
34	13	M10x20	Hex-head bolt M10x20
35	6	M10x22	Hex-head bolt M10x25
36	24	M12x25	Hex-head bolt M12x25
37	24	Lock Washer M12	Helical Spring Lock Washer
38	1	AERI-RCSL-24-0031	Gasket chain chamber
39	23	Lock Washer M8	Helical Spring Lock Washer
40	23	im8x16	Hex-head bolt M8x16
41	1	M12x40	Hex-head bolt M12x40
42	1	M12x16	Hex-head bolt M12x160
43	2	Grease Zerk1	1/8 NPT St.Zerk
44	5	Lock Washer nut M18	Helical Spring Lock Washer
45	1	M18x110	Hex-head bolt M20x110
46	5	NutM18	Hex Nut M20
47	4	M18x50	Hex-head bolt M20x50
48	1	AERI-RCSL-24-0024	Top-MasK

รูปผนวก 2ก.44 ชุดประกอบเครื่องสับใบอ้อย



รูปผนวก 2ก.45 ชุดเครื่องสับใบอ้อย