



รายงานกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรม

การยกระดับคุณภาพชีวิตอาชีพผลไม้กวนของชุมชนด้วยนวัตกรรม
เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน

Elevating the Quality of Life of the Community for Innovation Automatically
Controlled Fruit Stirrer Machine and Fruit Stirrer Compactors Preserves Machine



โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรพงศ์ บุญช่วยแทน และคณะ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรม
ภายใต้โครงการการใช้ประโยชน์ผลงานวิจัยและนวัตกรรมเพื่อชุมชนสังคม
จาก สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2563

กิตติกรรมประกาศ

โครงการการยกระดับคุณภาพชีวิตอาชีพผลไม้กวนของชุมชนด้วยนวัตกรรมเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน ได้รับทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรม ภายใต้โครงการการใช้ประโยชน์ผลงานวิจัยและนวัตกรรมเพื่อชุมชนสังคม ทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2563

ขอขอบพระคุณส่วนราชการจังหวัดทั้ง 3 จังหวัด ประกอบด้วย จังหวัดปัตตานี จังหวัดยะลา และจังหวัดนราธิวาส สำหรับคอยอำนวยความสะดวก และประสานงาน ให้บุคลากรของมหาวิทยาลัยและสำนักงานการวิจัยแห่งชาติดำเนินกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรม

ขอขอบพระคุณกองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร สำหรับการอำนวยความสะดวกและเข้าร่วมกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรมอย่างต่อเนื่อง

ขอขอบพระคุณกลุ่มเป้าหมายที่ร่วมสนับสนุน และส่งเสริมการนำนวัตกรรมจากผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่อง เพื่อเสริมสร้างและยกระดับการดำเนินกิจกรรมของกลุ่มให้ดีขึ้น

ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรพงศ์ บุญช่วยแทน

นางสาวนุชจิเรศ แก้วสกุล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์กรภัทร เฉลิมวงศ์

นายจรัญ ธรรมใจ

มิถุนายน 2564

บทสรุปผู้บริหาร

โครงการ (ภาษาไทย) การยกระดับคุณภาพชีวิตอาชีพผลไม้กวนของชุมชนด้วยนวัตกรรมเครื่องกวนผลไม้
ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแห้งผลไม้กวน

(ภาษาอังกฤษ) Elevating the Quality of Life of the Community for Innovation
Automatically Controlled Fruit Stirrer Machine and Fruit Stirrer Compactors Preserves Machine
ชื่อคณะผู้วิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรวงศ์ บุญช่วยแทน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
หมายเลขโทรศัพท์ 0815697303 e-mail worapong.b@rmutsv.ac.th

นางสาวนุชจิเรศ แก้วสกุล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
ศรีวิชัย หมายเลขโทรศัพท์ 086-6244319 e-mail nutjired.k@rmutsv.ac.th

ผู้ช่วยศาสตราจารย์กรภัทร เฉลิมวงศ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย หมายเลขโทรศัพท์ 0865257155 e-mail korrapat.c@rmutsv.ac.th

นายจรรย์ ธรรมใจ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
หมายเลขโทรศัพท์ 089-6580474 e-mail jaran.t@rmutsv.ac.th

งบประมาณและระยะเวลาทำวิจัย

ได้รับงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 งบประมาณที่ได้รับ 1,200,000 บาท

ระยะเวลาทำวิจัย ตั้งแต่ มิถุนายน 2563 ถึง มิถุนายน 2564

สรุปโครงการวิจัย

ผลไม้กวนของชุมชนนั้นมีขั้นตอนแบบเดิม เริ่มจากการปอกเปลือกผลไม้แล้วก็แกะเนื้อออกมาเข้าสู่
กระบวนการกวน พอกวนเสร็จก็เข้ากระบวนการบรรจุภัณฑ์เป็นแท่งด้วยมือ ทำให้มีความยุ่งยาก และทำให้ผลผลิต
ที่ได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค จึงควรมีการปรับปรุงใหม่ โดยขั้นตอนจากการกวนผลไม้ พอเสร็จก็จะเข้า
การอัดเป็นแท่งแล้วบรรจุภัณฑ์สินค้าและลดเวลาในการผลิตตั้งวิธีการทำงานแบบใหม่จึงต้องอาศัยเครื่องจักรเข้า
มาช่วยในการทำงาน ดังนั้นโครงการการยกระดับคุณภาพชีวิตอาชีพผลไม้กวนของชุมชนด้วยนวัตกรรมเครื่องกวน
ผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแห้งผลไม้กวน เป็นโครงการที่นำองค์ความรู้ส่งเสริมและขยายผลให้
ชุมชนสามารถประยุกต์ใช้งานวิจัยที่ใช้ได้จริงก่อให้เกิดคุณประโยชน์ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการผลิตผลไม้กวน
ชุมชน สร้างรายได้และลดต้นทุนการผลิตยังกลุ่มเป้าหมายที่มีความพร้อมในการนำไปใช้ประโยชน์สู่การพัฒนา
ทักษะทางอาชีพ เสริมรายได้พัฒนาคุณภาพชีวิตของชุมชน โดยการเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจของชุมชน ตรงตาม
นโยบายยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1) เพื่อจัดการความรู้การกวนผลไม้ให้แก่เกษตรกร 10 กลุ่มเป้าหมาย 3 จังหวัดพื้นที่ชายแดนใต้ในโครงการความร่วมมือระหว่าง กองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร (กอ.รมน.) และ สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

2) เพื่อถ่ายทอดความรู้ นวัตกรรม และติดตามผลการดำเนินงานโครงการยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนผู้ประกอบอาชีพผลไม้กวนด้วยนวัตกรรมเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแห้งผลไม้กวนให้เกิดความยั่งยืน

ระเบียบวิธีวิจัย

1) กิจกรรมดำเนินการประสานงานกับกลุ่มจังหวัดเป้าหมาย โดยเกษตรจังหวัดร่วมกับเกษตรอำเภอ เข้าสำรวจเกษตรกรที่ทำอาชีพการกวนผลไม้หรือมีความสนใจในการกวนผลไม้เข้ามามีส่วนร่วมในโครงการ และพื้นที่โครงการความร่วมมือระหว่าง กองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร (กอ.รมน.) และ สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) : ชุมชนผลิตผลไม้กวนในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนใต้ ได้แก่ จังหวัดปัตตานี จังหวัดยะลา และจังหวัดนราธิวาส จำนวน 10 กลุ่มเป้าหมาย ผู้เข้าร่วมโครงการจำนวน 100 คน

2) กิจกรรมดำเนินการสร้างเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแห้งผลไม้กวนตามแบบที่กำหนด โดยมีเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ จำนวน 10 เครื่อง และเครื่องอัดแห้งผลไม้กวน จำนวน 10 เครื่อง ซึ่งแต่ละกลุ่มเป้าหมายจะได้รับกลุ่มละ 2 เครื่อง ประกอบด้วย เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ จำนวน 1 เครื่อง และเครื่องอัดแห้งผลไม้กวน จำนวน 1 เครื่อง

9) กิจกรรมการติดตามประเมินผลโครงการ โดยจัดทำแบบสอบถามความพึงพอใจของเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแห้งผลไม้กวนต่อกลุ่มเกษตรกรที่เข้าร่วมอบรมในโครงการส่งมอบ

3) กิจกรรมติดตามการใช้งานของกลุ่มเกษตรกรอย่างต่อเนื่อง ผ่านระบบกลุ่มไลน์ที่ชื่อว่า “ผู้ใช้เครื่องกวนและอัดแห้งผลไม้กวน by วช” เพื่อติดตามการใช้งานและรายงานผลการใช้งาน รวมถึงการช่วยเหลือและตอบคำถามการใช้งานและการซ่อมบำรุงเบื้องต้น

4) กิจกรรมสรุปผลการดำเนินงาน วิเคราะห์ข้อมูล เปรียบเทียบผลการดำเนินงาน และสรุปผลสำรวจความพึงพอใจของเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแห้งผลไม้กวนต่อกลุ่มเกษตรกรที่เข้าร่วมอบรมในโครงการส่งมอบ

ผลการวิจัย

ผลการทดลองเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติสามารถกวนเนื้อผลไม้ได้เนียนสวยเนื้อนุ่มเข้ากันได้ดีและเครื่องอัดแห้งผลไม้กวนจะมีความสามารถในการอัดแห้งทุเรียนกวนประมาณ 25 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และสับปรดกวนได้ประมาณ 26 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อัดแห้งทุเรียนกวน คิดเป็น 1.67 เท่า และอัดแห้งสับปรดกวน คิดเป็น 1.63 เท่า ของแรงงานคนที่มีความสามารถในการอัดแห้งทุเรียนกวนได้เพียง ประมาณ 15.19

กิโลกรัมต่อชั่วโมง และสับปะรดกวนได้เพียง ประมาณ 15.87 กิโลกรัมต่อชั่วโมง แต่เรื่องคุณภาพความสวยงามของการบรรจุสินค้าของทุเรียนกวนและสับปะรดกวนนั้นอาจจะสู้แรงงานคนไม่ได้ แต่เมื่อคนปฏิบัติงานเป็นระยะเวลาหนึ่งผู้ปฏิบัติงานจะมีความเมื่อยล้าเกิดขึ้นในขณะที่เครื่องอัดแท่งผลไม้กวนจะสามารถทำการผลิตได้เรื่อย ๆ

2) ผลจากการสำรวจความพึงพอใจผู้ใช้เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน จำนวน 120 คน พบว่า โดยรวมของการใช้เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ มีความพึงพอใจการใช้งานเฉลี่ย 4.26 ส่วนเครื่องอัดแท่งผลไม้กวนมีความพึงพอใจการใช้งานเฉลี่ย 4.29 นอกจากนี้ความมั่นใจในประสิทธิภาพของเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน เฉลี่ย 4.05 นั้นหมายถึงผู้ใช้มีความมั่นใจในประสิทธิภาพของเครื่องอยู่ในระดับมาก

3) เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน สามารถใช้ในการผลิตและบรรจุสินค้าได้หลากหลาย เช่น เงาะกวน มะม่วงกวน เป็นต้น

4) ลดความเมื่อยล้าและความเครียดจากการปฏิบัติงานที่ต้องใช้ทักษะความชำนาญสูง

5) เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวนที่สร้างขึ้นมีวิธีการทำงานที่สะดวกและง่ายต่อการใช้งานและการบำรุงรักษา

6) เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวนสามารถคืนทุนภายในระยะเวลา 18 วัน

ข้อเสนอแนะจากกลุ่มผู้ใช้เครื่องอัดแท่งผลไม้กวน

1) ชุดหัว Die เนื่องจากการสร้างนั้นยังไม่ดีพอสำหรับการทำความสะอาด ควรจะทำแบบล็อกได้หรือแบบที่ถอดเปลี่ยนง่ายกว่านี้ เพื่อตอบโจทยในการทำความสะอาด และความต้องการของตลาด

2) ควรเพิ่มชุดลำเลียงสายพานในการลำเลียงเนื้อผลไม้กวนออกมาได้สวยงาม เนื้อของผลไม้กวนจะมีความสวยงามมากขึ้น

3) ควรออกแบบถุงพลาสติกใส่ให้เรียบร้อย เวลาในการอัดแท่ง

4) ออกแบบให้มีรูปทรงในการอัดแท่งมากกว่านี้ เพื่อตอบโจทยความต้องการของตลาด

5) ควรแก้ไขเรื่องตู้ควบคุมไฟฟ้า ให้มีตัว Over load ทำการตัดเครื่อง หากเครื่องมีการทำงานหนักมาก เวลาใช้งานนาน ๆ

6) ชุดถาดรองรับเนื้ออัดแท่งผลไม้กวน ควรมีขอบ เพื่อป้องกันการตกหรือร่วงของเนื้ออัดแท่งผลไม้กวน

7) ชุดมอเตอร์ด้านล่าง ควรมีวัสดุที่รับการสั่นสะเทือนของมอเตอร์ เช่น ยางรองแท่นมอเตอร์และยางล้อรอง เป็นต้น เนื่องจากมอเตอร์กับแท่นมอเตอร์นั้นมีการสัมผัสกัน ทำให้เครื่องมีการสั่นพอสสมควร

8) สายไฟด้านล่าง ควรใส่ยางรองที่ทางเข้าเครื่อง เพื่อป้องกันอันตรายจากไฟฟ้ารั่วได้

บทคัดย่อ

โครงการยกระดับคุณภาพชีวิตอาชีพผลไม้กวนของชุมชนด้วยนวัตกรรมเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน เป็นโครงการที่นำองค์ความรู้ส่งเสริมและขยายผลให้ชุมชนสามารถประยุกต์ใช้งานวิจัยที่ใช้ได้จริงก่อให้เกิดคุณประโยชน์ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการผลิตผลไม้กวนชุมชน สร้างรายได้และลดต้นทุนการผลิตยังกลุ่มเป้าหมายที่มีความพร้อมในการนำไปใช้ประโยชน์ สู่การพัฒนาทักษะทางอาชีพเสริมรายได้พัฒนาคุณภาพชีวิตของชุมชน โดยการเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจของชุมชน ตรงตามนโยบายยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ วัตถุประสงค์เพื่อจัดการความรู้การกวนผลไม้ให้แก่เกษตรกร 10 กลุ่มเป้าหมาย 3 จังหวัดพื้นที่ชายแดนใต้ในโครงการความร่วมมือระหว่าง กองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร (กอ.รมน.) และ สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และเพื่อถ่ายทอดความรู้ นวัตกรรม และติดตามผลการดำเนินงานโครงการยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนผู้ประกอบการอาชีพผลไม้กวนด้วยนวัตกรรมเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวนให้เกิดความยั่งยืนกิจกรรมดำเนินการประสานงานกับกลุ่มจังหวัดเป้าหมาย โดยเกษตรกรจังหวัดร่วมกับเกษตรกรอำเภอเข้าสำรวจเกษตรกรที่ทำอาชีพการกวนผลไม้หรือมีความสนใจในการกวนผลไม้เข้ามามีส่วนร่วมในโครงการ และพื้นที่โครงการความร่วมมือระหว่าง กองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร (กอ.รมน.) และ สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ชุมชนผลิตผลไม้กวนในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนใต้ ได้แก่ จังหวัดปัตตานี จังหวัดยะลา และจังหวัดนราธิวาส จำนวน 10 กลุ่มเป้าหมาย ผู้เข้าร่วมโครงการจำนวน 100 คน โดยมีเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ จำนวน 10 เครื่อง และเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน จำนวน 10 เครื่อง ซึ่งแต่ละกลุ่มเป้าหมายจะได้รับกลุ่มละ 2 เครื่อง ประกอบด้วย เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ จำนวน 1 เครื่อง และเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน จำนวน 1 เครื่อง ผลการทดลองเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติสามารถกวนเนื้อผลไม้ได้เนียนสวยเนื้อมัดเข้ากันได้ดีและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวนจะมีความสามารถในการอัดแท่งทุเรียนกวนประมาณ 25 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และสับปะรดกวนได้ประมาณ 26 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อัดแท่งทุเรียนกวน คิดเป็น 1.67 เท่า และอัดแท่งสับปะรดกวน คิดเป็น 1.63 เท่า ของแรงงานคนที่มีความสามารถในการอัดแท่งทุเรียนกวนได้เพียง ประมาณ 15.19 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และสับปะรดกวนได้เพียง ประมาณ 15.87 กิโลกรัมต่อชั่วโมง แต่เรื่องคุณภาพความสวยงามของการบรรจุสินค้าของทุเรียนกวนและสับปะรดกวนนั้นอาจจะสู้แรงงานคนไม่ได้ แต่เมื่อคนปฏิบัติงานเป็นระยะเวลาหนึ่งผู้ปฏิบัติงานจะมีความเมื่อยล้าเกิดขึ้นในขณะที่เครื่องอัดแท่งผลไม้กวนจะสามารถทำการผลิตได้เรื่อย ๆ เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวนสามารถคืนทุนภายในระยะเวลา 18 วัน

คำสำคัญ : ยกระดับคุณภาพชีวิต ผลไม้กวน นวัตกรรม อัดแท่ง ชุมชน

Abstract

The project aims to improve quality of life of the preserved fruit paste producing community with the innovation of fruit mixing machine controlled by the automatic system and briquetting machine. This project applies the knowledge to support and to magnify an outcome to communities to apply the research which could be used actually so that there would be the benefits to increase the capacity of the production the preserves of communities. Many revenues would be increased and the production cost would be decreased for the target groups who had the readiness to take the advantages of it. It would lead to the development the occupational skills, the revenue raise, and the development the life quality of communities with increasing the economic potential of communities along the policies of the national research strategies. Its target is to arrange the knowledge about mixing fruits for agriculturists in 10 target groups in the areas of the 3 Southern Border Provinces in the cooperation project between Internal Security Operation Command (ISOC) and National Research Council of Thailand (NRCT) for teaching the knowledge and the innovation and following up the operation results of project to improve people's life quality who make a living by producing the preserves with the innovation of mixing machine for producing the preserves. For making the sustainability to operate the activities, there would be the coordination with the provinces in the target group. Officers from provincial and county offices of agriculture explored agriculturists who make a living with the preserves production or are interested in mixing fruits and took them to participate in the project and in the areas of project of coordination between Internal Security Operation Command (ISOC) and National Research Council of Thailand (NRCT). Communities producing the preserves in the areas of the 3 Southern Border Provinces were Pattani, Yala, and Narathiwat. There were 10 target groups and 100 participants. There were 10 preserves mixing machines being controlled by the automatic system and 10 preserves briquetting machines. Each target group obtained 2 machines. They were consisted of 1 preserves mixing machine being controlled by the automatic system and 1 preserves briquetting machine. The experiment results found that the preserves mixing machine being controlled by the automatic system could produce fruits with delicate texture. The preserves briquetting machine could pack 25 kg of preserved durian per hour and 26 kg of preserved pineapple. The briquetting machine could pack preserved durian and preserved pineapple at 1.67 times and 1.63 times of workers having the capacity to pack 15.19 kg of

preserved durian and 15.87 kg of preserved pineapple per hour. For the beauty of packaging of preserved durian and preserved pineapple, the machine couldn't do as well as workers, but when workers packed for a period of time, they would have an ache while the briquetting machines could produce continually. The preserves mixing machine being controlled by the automatic system and the preserves briquetting machine could pay back within 18 days.

Key words : Improve the life quality, Preserves, Innovation, Briquetting, Communities

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทสรุปผู้บริหาร	ข
บทคัดย่อ	จ
Abstract	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญรูป	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ขอบเขต	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ผลไม้กวน	5
2.2 เครื่องกวน	9
2.3 ชิ้นส่วนเครื่องจักรและการออกแบบ	22
2.4 ความรู้เบื้องต้นว่าด้วยการขนถ่ายวัสดุ	56
2.5 อัตราขนถ่าย (Capacity)	57
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	73
3.1 แผนการดำเนินงาน	73
3.2 การออกแบบเครื่องจักร	76
3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน	91
3.4 วิธีการทดสอบเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัด แห้งผลไม้กวน	99
3.5 วิธีการถ่ายทอดองค์ความรู้เครื่องกวนผลไม้และเครื่องอัดแห้งผลไม้ กวนสู่ชุมชน	105

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์	109
4.1 ผลการทดลอง	109
4.2 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์	118
4.3 ผลการสำรวจความพึงพอใจผู้ใช้เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน	124
4.4 ส่งมอบเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวนสู่วิสาหกิจชุมชน	127
4.5 ติดตามผลหลังการใช้งานเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวนของวิสาหกิจชุมชน	131
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	133
5.1 สรุปผลการทดลอง	133
5.2 ข้อเสนอแนะจากกลุ่มผู้ใช้เครื่องอัดแท่งผลไม้กวน	134
5.3 ข้อเสนอแนะของคณะวิจัย	134
บรรณานุกรม	135
ภาคผนวก	137
ภาคผนวก ก ใบลงทะเบียนผู้เข้าร่วมกิจกรรมโครงการถ่ายทอดความ นวัตกรรม และติดตามผลการดำเนินงาน โครงการการยกระดับคุณภาพชีวิต อาชีพกวนผลไม้ของชุมชนด้วยนวัตกรรม เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบ อัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งเครื่องผลไม้กวนภายใต้โครงการใช้ประโยชน์ ผลงานวิจัยและนวัตกรรมเพื่อชุมชนสังคม	138
ภาคผนวก ข ภาพถ่ายทอดองค์ความรู้การจัดการความรู้นวัตกรรม และ ติดตามผลการดำเนินงาน เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและ เครื่องอัดแท่งผลไม้กวน	149
ภาคผนวก ค กฎ ระเบียบ และวิธีการเข้าใช้งานเครื่องจักรชุมชน	155
ภาคผนวก ง แบบสั่งผลิตเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ	157
ภาคผนวก จ แบบสั่งผลิตเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน	161
คณะวิจัย	188

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	สถิติการส่งออกของทุเรียนกวน	6
ตารางที่ 2.2	สถิติการส่งออกของสับปะรดกวน	8
ตารางที่ 2.3	ค่าตัวประกอบความล่า	34
ตารางที่ 2.4	แพกเตอร์ระยะพิตซีไบสกรู	71
ตารางที่ 3.1	แผนการดำเนินงาน	73
ตารางที่ 3.2	คุณสมบัติการไหลของวัสดุ	85
ตารางที่ 3.3	แพกเตอร์ระยะพิตซีไบสกรู	89
ตารางที่ 3.4	รายการวัสดุและชิ้นส่วนมาตรฐาน	91
ตารางที่ 4.1	การเก็บผลการใช้พลังงานของเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ ขณะที่เปิดใช้งาน มีแรงดันไฟฟ้า 228.1 V	110
ตารางที่ 4.2	ผลการทดลองการบรรจุผลิตภัณฑ์สินค้าด้วยแรงงานคน (ทุเรียนกวน)	111
ตารางที่ 4.3	ผลการทดลองการบรรจุผลิตภัณฑ์สินค้าด้วยแรงงานคน (สับปะรดกวน)	112
ตารางที่ 4.4	ผลการทดลองการบรรจุผลิตภัณฑ์สินค้าด้วยเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน (ทุเรียนกวน)	112
ตารางที่ 4.5	ผลการทดลองการบรรจุผลิตภัณฑ์สินค้าด้วยเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน (สับปะรดกวน)	113
ตารางที่ 4.6	ความสามารถในการบรรจุผลิตภัณฑ์สินค้านี้ระหว่างเครื่องกับแรงงานคน	115
ตารางที่ 4.7	อัตราค่าไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัย	120
ตารางที่ 4.8	รายรับรายจ่ายการบรรจุทุเรียนด้วยแรงงานคน และเครื่องอัดแท่งผลไม้ กวนต่อปี	122
ตารางที่ 4.9	ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสำรวจ	124
ตารางที่ 4.10	ความพึงพอใจการใช้เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่อง อัดแท่งผลไม้	126

สารบัญรูป

	หน้า	
รูปที่ 1.1	ผลไม้กวนต่างๆ	1
รูปที่ 1.2	ลักษณะการเปรียบเทียบขั้นตอนการผลิตผลไม้กวน	2
รูปที่ 2.1	ขั้นตอนการกวน	9
รูปที่ 2.2	Axial flow	10
รูปที่ 2.3	Radial flow	11
รูปที่ 2.4	Tangential flow	11
รูปที่ 2.5	Direct drive agitator or Direct drive motor (DDM)	12
รูปที่ 2.6	Gear drive agitator or Transmission drive agitator (TDA)	12
รูปที่ 2.7	Propeller	13
รูปที่ 2.8	Hydrofoi	14
รูปที่ 2.9	High efficiency (HE-3)	14
รูปที่ 2.10	Pitched blade turbine	15
รูปที่ 2.11	Hydrofoil with high solidity (HFS-3 or HFS-4) solidity ratio	15
รูปที่ 2.12	Turbine disc	16
รูปที่ 2.13	Concave blade disc	17
รูปที่ 2.14	Bar disc	17
รูปที่ 2.15	Saw disc or Saw tooth	18
รูปที่ 2.16	Saw disc or Saw tooth	18
รูปที่ 2.17	Paddle	19
รูปที่ 2.18	Traper paddle	19
รูปที่ 2.19	Seba paddles	20
รูปที่ 2.20	CS paddles	20
รูปที่ 2.21	Anchor	21
รูปที่ 2.22	Helical Ribbon	22
รูปที่ 2.23	โครงสร้างของมอเตอร์เหนี่ยวนำกระแสสลับ	24
รูปที่ 2.24	หลักการการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง	25
รูปที่ 2.25	โครงสร้างของมอเตอร์กระแสตรง	25

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า	
รูปที่ 2.26	หลักการการทำงานของมอเตอร์กระแสตรงชนิดไม่มีแปรงสัมผัส	26
รูปที่ 2.27	หลักการการทำงานของสเตปปีงมอเตอร์	27
รูปที่ 2.28	การพิจารณาเพลลา	30
รูปที่ 2.29	ลักษณะเพลลาที่ถูกกระทำด้วยโมเมนต์บิด	34
รูปที่ 2.30	ระยะโค้งที่ Cantilever มี Load W ที่ปลายอิสระ	36
รูปที่ 2.31	ระยะโค้งที่ Simply Supported Beam with Concentrated Load	37
รูปที่ 2.32	รูปแบบของระบบรองรับ	40
รูปที่ 2.33	ลักษณะการจัดรูปโซ่	41
รูปที่ 2.34	ลักษณะของโซ่ลูกกลิ้งและโซ่บูช	42
รูปที่ 2.35	การทำจุดหมายบนล้อโซ่	42
รูปที่ 2.36	ลักษณะการถอดข้อต่อโซ่	43
รูปที่ 2.37	ลักษณะการทำความสะอาดโซ่	43
รูปที่ 2.38	สภาพล้อโซ่และโซ่ที่สึกหรอ	44
รูปที่ 2.39	การทดสอบการสึกหรอด้วยการตัดงอ	45
รูปที่ 2.40	การทดสอบการสึกหรอของโซ่ด้วยการดึงอัดเข้าหากัน	45
รูปที่ 2.41	การตรวจสอบคูฟันล้อโซ่	46
รูปที่ 2.42	การตรวจสอบแนวเส้นตรงเดียวกันของล้อโซ่	46
รูปที่ 2.43	การเช็คความตึงและหย่อนของโซ่	47
รูปที่ 2.44	ระยะความตึงและหย่อนของโซ่	47
รูปที่ 2.45	การหมุนของฟันเฟือง	48
รูปที่ 2.46	ลักษณะเฟืองขบกันภายนอกและขบกันภายใน	48
รูปที่ 2.47	ลักษณะของเฟืองตรง	49
รูปที่ 2.48	ลักษณะของเฟืองเฉียง	49
รูปที่ 2.49	ลักษณะของเฟืองดอกจอก	50
รูปที่ 2.50	ลักษณะของเฟืองหนอน	50
รูปที่ 2.51	ลักษณะการใช้งานของเฟืองเฉียง	51
รูปที่ 2.52	ชื่อส่วนต่าง ๆ ของฟันเฟือง	51

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 2.53 ส่วนประกอบที่ใช้คู่กับลิ้ม	53
รูปที่ 2.54 การกำหนดขนาดของลิ้มส่งกำลัง	53
รูปที่ 2.55 ลักษณะการใช้งานของลิ้มอัดปลายมนโค้ง	54
รูปที่ 2.56 ตัวอย่างโครงสร้างสกรูขนถ่าย	60
รูปที่ 2.57 สกรูแบบเกลียวซ้ายและเกลียวขวา	61
รูปที่ 2.58 ไบสกรูลำเลียงต่างๆ	63
รูปที่ 2.59 ผลกระทบของมุมชั้นต่ออัตราขนถ่ายของสกรูขนถ่าย	68
รูปที่ 2.60 การออกแบบสกรูขนถ่ายมุมชั้นขึ้นแบบต่าง ๆ	68
รูปที่ 2.61 แพกเตอร์ความเต็มราง	69
รูปที่ 2.62 ความเร็วรอบสูงสุดของสกรูขนถ่ายวัสดุ	70
รูปที่ 2.63 แพกเตอร์ชนิดของไบสกรู	71
รูปที่ 2.64 แพกเตอร์จำนวนไบพัด	72
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	75
รูปที่ 3.2 ขนาดของเฟืองโซ่และความเร็วรอบเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน	77
รูปที่ 3.3 แรงตึงที่เกิดขึ้นบนเฟืองโซ่	78
รูปที่ 3.4 ลักษณะระยะและแรงที่กระทำกับเพลลา	80
รูปที่ 3.5 SFD ระยะและแรงที่กระทำกับเพลลา	80
รูปที่ 3.6 ลักษณะระยะและแรงที่กระทำกับเพลลา	83
รูปที่ 3.7 การส่งกำลังมอเตอร์ไปยังชุดไบเกลียวอัดแท่งผลไม้กวน	84
รูปที่ 3.8 ขนาดก้านวัสดุใหญ่ที่สุดและขนาดของสกรูที่เหมาะสม	86
รูปที่ 3.9 หลักการคำนวณหาอัตราการขนถ่ายวัสดุ	86
รูปที่ 3.10 แพกเตอร์ความเต็มราง	87
รูปที่ 3.11 ความเร็วรอบสูงสุดของสกรูขนถ่ายวัสดุ	88
รูปที่ 3.12 แพกเตอร์ชนิดของไบสกรู	89
รูปที่ 3.13 แพกเตอร์จำนวนไบพัด	89
รูปที่ 3.14 ลักษณะของโครงสร้างของเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ	92

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า	
รูปที่ 3.15	บรรจุเตาแก๊ส	93
รูปที่ 3.16	หม้อกวนและใบกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ	94
รูปที่ 3.17	ลักษณะของโครงสร้างของเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน	95
รูปที่ 3.18	ลักษณะของชุดอัดแท่งเนื้อผลไม้กวน	95
รูปที่ 3.19	เพลอัดแท่งเนื้อผลไม้กวน	96
รูปที่ 3.20	ลักษณะของหน้าแปลน	96
รูปที่ 3.21	ลักษณะของแบร็ริงสวมติดกับตุ๊กตา	97
รูปที่ 3.22	ลักษณะเพื่อองโซ่ขับเพลลา	97
รูปที่ 3.23	ลักษณะของมอเตอร์	98
รูปที่ 3.24	ลักษณะของคัปปลิ่ง	98
รูปที่ 3.25	ลักษณะของมอเตอร์เกียร์	99
รูปที่ 3.26	สายไฟ AC Power	99
รูปที่ 3.27	สวิทช์ เปิด - ปิด เครื่องและปุ่มปรับความเร็วรอบมอเตอร์ใบกวน	100
รูปที่ 3.28	การใช้งานเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ	100
รูปที่ 3.29	หัวประกอบบูช	101
รูปที่ 3.30	ประกอบหัวประกอบบูช	101
รูปที่ 3.31	สกรูลำเลียง	102
รูปที่ 3.32	ประกอบสกรูลำเลียงเข้ากับแกนมอเตอร์	102
รูปที่ 3.33	ขนาดของบูชบรรจุผลไม้กวน	103
รูปที่ 3.34	ประกอบหัวจ่ายบรรจุผลไม้กวน	103
รูปที่ 3.35	การเปิดสวิทช์ชุดกวนเนื้อผลไม้	104
รูปที่ 3.36	กระบวนการของเครื่อง	104
รูปที่ 4.1	ลักษณะการผลิตเปรียบเทียบระหว่างแรงงานคนกับเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน	117
รูปที่ 4.2	ลักษณะการเปรียบเทียบอัดแท่งทุเรียนด้วยเครื่องกับแรงงานคน	118
รูปที่ 4.3	ลักษณะการเปรียบเทียบอัดแท่งสับปรอดด้วยเครื่องกับแรงงานคน	118
รูปที่ 4.4	กลุ่มไลน์ที่ชื่อว่า “ผู้ใช้เครื่องกวนและอัดแท่งผลไม้กวน by วช”	128
รูปที่ 4.5	คำขออนุสิทธิบัตร “เครื่องอัดแท่งผลไม้กวน”	129

สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่ 4.6	คำขอสิทธิบัตรออกแบบ “เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ”	หน้า 130
------------	--	-------------

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ความสำคัญของการถนอมอาหารมีหลายประการ ได้แก่ ช่วยบรรเทาความขาดแคลนอาหารช่วยให้เกิดการกระจายอาหาร ช่วยให้มีอาหารบริโภคนอกฤดูกาลใช้อาหารเหลือให้เกิดประโยชน์ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาอาหารไว้ให้นาน เกิดผลิตภัณฑ์อาหารชนิดใหม่ ช่วยส่งเสริมให้เกิดอาชีพและช่วยเพิ่มมูลค่าของผลผลิตทางการเกษตร และลดปัญหาผลผลิตล้นตลาดในการถนอมอาหารนั้นวัตถุดิบมีความสำคัญมาก ผู้ผลิตต้องสามารถเลือกซื้อวัตถุดิบที่ดีได้ไม่ว่าจะเป็นวัตถุดิบทางด้านผลิตผลเนื้อ จากผลผลิตจะมีคุณภาพดีนั้นย่อมต้องมาจากวัตถุดิบที่ดี

ผลไม้กวน ตาม มพช.35/2546 ผลไม้กวน หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำผลไม้ที่อยู่ในสภาพดีไม่เน่าเสียมากวนโดยใช้ความร้อนตามความเหมาะสมเพื่อลดความชื้น โดยอาจนำไปผ่านกรรมวิธีอื่นจนได้ลักษณะที่ต้องการ ทั้งนี้อาจปรุงแต่งสี กลิ่น รส หรือเนื้อสัมผัสด้วยส่วนประกอบอื่นที่เหมาะสม เช่น น้ำตาล เกลือ กะทิ เป็นต้น การแปรรูปอาหารโดยวิธีการกวน โดยการนำเอาผักหรือผลไม้มาผสมกับน้ำตาล ใช้ความร้อนเคี่ยว กวนจนปริมาณน้ำน้อยลงและผสมเป็นเนื้อเดียวกัน สามารถเก็บไว้ได้นาน เนื่องจากมีปริมาณน้ำตาลสูงประมาณ 75% สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ การผลิตผักหรือผลไม้กวนประกอบด้วย [1]



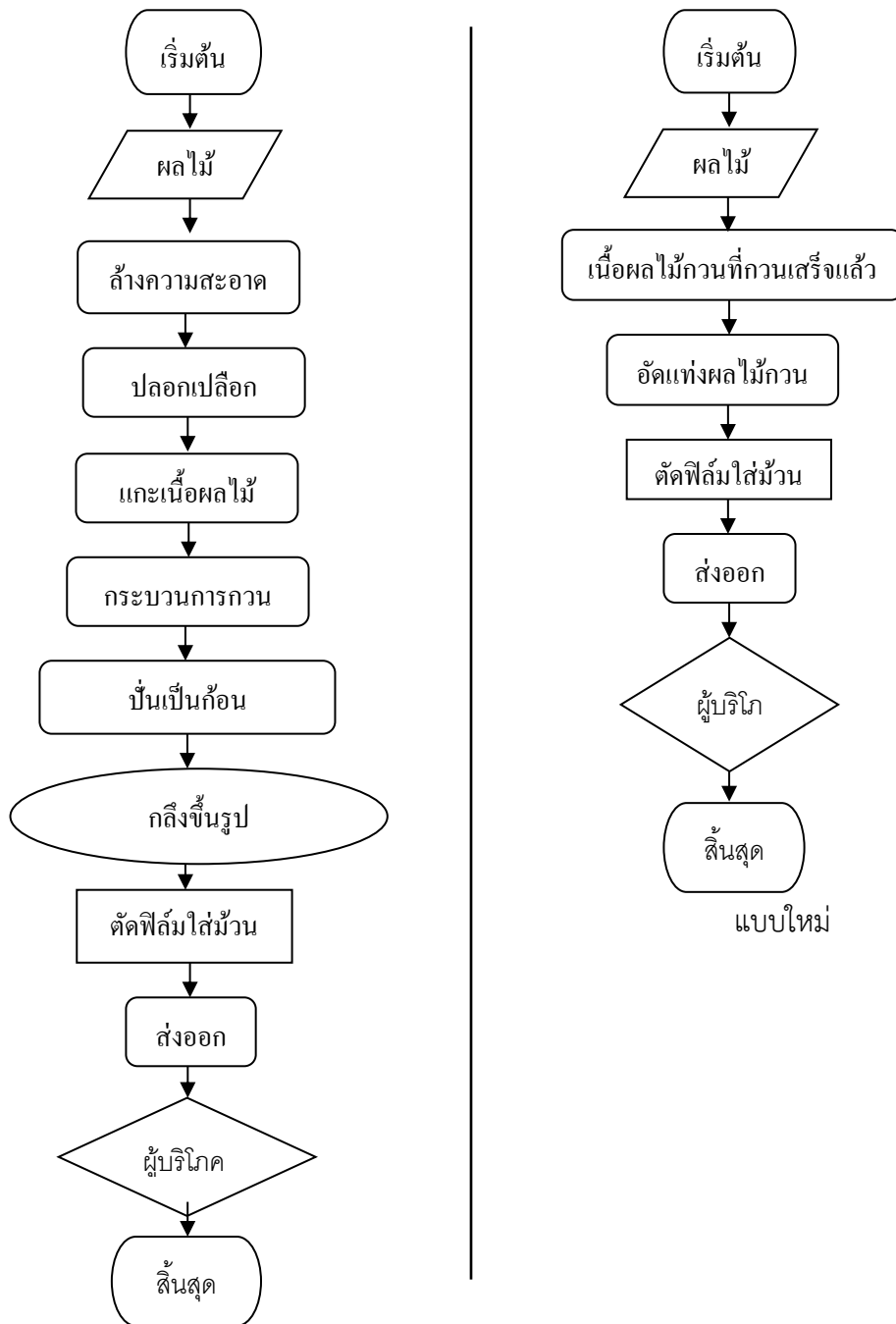
(ก) สับปรดกวน



(ข) ทุเรียนกวน

รูปที่ 1.1 ผลไม้กวนต่างๆ [1]

จากขั้นตอนดังกล่าวสามารถดูได้ดังแสดงในรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 ลักษณะการเปรียบเทียบขั้นตอนการผลิตผลไม้กวน

จากรูปที่ 1.2 แสดงให้เห็นว่าขั้นตอนแบบเดิมเริ่มจากการปลอกเปลือก แล้วก็แกะเนื้อออกมาแล้วก็เข้ากระบวนการกวน พอจนเสร็จก็เข้ากระบวนการบรรจุภัณฑ์เป็นแท่ง ทำให้มีความยุ่งยาก ทำให้ผลผลิตที่ได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภคจึงควรมีการปรับปรุงใหม่ โดยขั้นตอนจากการกวนผลไม้ พอเสร็จก็จะเข้าการอัดเป็นแท่งแล้วบรรจุภัณฑ์สินค้าและลดเวลาในการผลิตตั้งวิธีการทำงานแบบใหม่จึงต้องอาศัยเครื่องจักรเข้ามาช่วยในการทำงาน

ดังนั้นผู้ทำโครงการจึงมีแนวคิดในการพัฒนาสร้างเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวนและมาทำงานแทนแรงงานคนที่มีจำกัดเพื่อลดเวลาในการผลิตผลไม้กวน และลดการใช้ปริมาณแรงงานคนในขั้นตอนดังกล่าวให้ดำเนินงานได้มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงความสะอาด และความปลอดภัยทั้งผู้ปฏิบัติงาน และผู้บริโภคทำให้ปริมาณการผลิตเพิ่มขึ้นเพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อจัดการความรู้การกวนผลไม้ให้แก่เกษตรกร 10 กลุ่มเป้าหมาย 3 จังหวัดพื้นที่ชายแดนใต้ในโครงการความร่วมมือระหว่าง กองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร (กอ.รมน.) และ สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

1.2.2 เพื่อถ่ายทอดความรู้ นวัตกรรม และติดตามผลการดำเนินงานโครงการยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนผู้ประกอบการอาชีพผลไม้กวนด้วยนวัตกรรมเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวนให้เกิดความยั่งยืน

1.3 ขอบเขต

1.3.1 ออกแบบและสร้างเครื่องกวนผลไม้ด้วยระบบอัตโนมัติ ซึ่งกระบวนการกวนผลไม้ที่มีความสะอาด เนื้อผลไม้เนียนและมีการเกาะตัวเข้ากันได้ดี

1.3.2 เครื่องกวนผลไม้ด้วยระบบอัตโนมัติ สามารถปรับความเร็วได้หลายระดับ

1.3.3 ออกแบบและสร้างเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน ซึ่งกระบวนการอัดแท่งผลไม้กวนที่มีความสะอาดขนาน ความยาวของแท่งผลไม้กวน ของผู้บริโภคที่เหมาะสม รูปทรงต่าง ๆ ในการอัดแท่งผลไม้กวน

1.3.4 สามารถอัดแท่งผลไม้กวนได้จริงตามที่ได้ออกแบบและศึกษา เครื่องอัดแท่งผลไม้กวน ได้แก่ ช่องป้อนผลไม้กวน ในการเข้าเครื่องอัดแท่ง และการออกมาทางช่อง (Die) ว่าเร็วหรือช้า ขึ้นอยู่กับความเร็วรอบของอัตราการทดของมอเตอร์ไฟฟ้า รวมไปถึงขนาดของการอัดแท่งของผลไม้กวน ตามท้องตลาดที่มีวางจำหน่ายอยู่ โดยการเปลี่ยนหัว (Die) รูปร่างต่าง ๆ เช่น รูปทรงกลม รูปทรงสี่เหลี่ยม รูปทรงแผ่นเรียบ และรูปทรงดอกไม้ ให้มีความสวยงามมากขึ้นอีกด้วย และเหมาะสมกับผู้บริโภคหรือไม่

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

- 1.4.1 ได้เครื่องกวนผลไม้ด้วยระบบอัตโนมัติและอัดแท่งผลไม้กวน
- 1.4.2 สามารถลดปัญหาวิธีการทำงานด้วยแรงงานคน มาเป็นการทำงานที่ใช้เครื่องจักรทดแทน
- 1.4.3 สามารถเพิ่มผลผลิตในกระบวนการแปรรูปผลไม้กวน
- 1.4.4 สามารถนำความรู้ที่เรียนมานำไปประยุกต์ใช้กับการออกแบบเครื่องจักรได้

บทที่ 2

งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการออกแบบ เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและสร้างเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน โดยเบื้องต้นจะต้องทราบถึงกรรมวิธีในขั้นตอนการผลิต เพื่อจะนำมาประยุกต์ และออกแบบการทำงานของเครื่องจักรให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งในการออกแบบ และสร้างเครื่องจักรนั้นจำเป็นต้องให้ความสำคัญในเรื่องของความปลอดภัยต่อทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคเป็นสำคัญ รวมทั้งการออกแบบรูปร่าง และชิ้นส่วนต่าง ๆ จะต้องคำนึงต้นทุนในการผลิต การบำรุงรักษาที่เหมาะสม เพื่อให้เครื่องจักรนั้นสามารถทำงานในเชิงอุตสาหกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้ทำโครงการได้ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับโครงการนี้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 ผลไม้กวน

ผลไม้กวน ตาม มพข.35/2546 ผลไม้กวน หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำผลไม้ที่อยู่ในสภาพดีไม่เน่าเสียมากวนโดยใช้ความร้อนตามความเหมาะสมเพื่อลดความชื้น โดยอาจนำไปผ่านกรรมวิธีอื่นจนได้ลักษณะที่ต้องการทั้งนี้อาจปรุงแต่งสี กลิ่น รส หรือเนื้อสัมผัสด้วยส่วนประกอบอื่นที่เหมาะสม เช่น น้ำตาล เกลือ กะทิ เป็นต้น [1]

2.1.1 การแปรรูปอาหารโดยวิธีการกวน โดยการนำเอาผักหรือผลไม้มาผสมกับน้ำตาล ใช้ความร้อนเคี่ยวกวนจนปริมาณน้ำน้อยลงและผสมเป็นเนื้อเดียวกัน สามารถเก็บไว้ได้นาน เนื่องจากมีปริมาณน้ำตาลสูงประมาณ 75% สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ การผลิตผักหรือผลไม้กวนประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

1) การเลือกวัตถุดิบ ผักหรือผลไม้ที่จะนำมากวน ควรเป็นชนิดที่มีปริมาณเนื้อเยื่อมาก เช่น ฟักทอง เผือกมันเทศ สับปะรด มะม่วง ทูเรียน เป็นต้น ควรเป็นผลไม้แก่จัด สุกหอม เนื้อนิ่ม จะช่วยทำให้ผลไม้กวนมีรสชาติดี กลิ่นหอม นอกจากนี้ยังควรเป็นผักหรือผลไม้ที่มีเมล็ดน้อย หากผลไม้ที่เหลือจากการสกัดน้ำผลไม้ออกแล้วสามารถนำมากวนได้

2) ประเภทการกวน สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ซึ่งแต่ละประเภทเหมาะกับผักและผลไม้ต่างกัน

- การกวนโดยใช้น้ำตาลกับน้ำ ใช้กับ พุทรา มะขาม กระท้อน มะปราง มะม่วงดิบ มะละกอ
- การกวนโดยใช้น้ำตาลกับกะทิ ใช้กับ กลัวย ฟักทอง เผือก มันเทศ
- การกวนโดยใช้น้ำตาลอย่างเดียว ใช้กับ สับปะรด มะม่วงสุก มะดัน มะเฟืองทูเรียน มังคุด มะยม

2.1.2 กรรมวิธีการผลิต มีขั้นตอน ดังนี้

1) การเตรียมผักหรือผลไม้สำหรับกวน ได้แก่ การเลือกวัตถุดิบ ล้างทำความสะอาด จากนั้นนำมาเตรียม โดยผลไม้ต้องนำมาปอกเปลือก แยกเมล็ด แล้วนำมาบด สับ หรือหั่นให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ สำหรับผักที่มีแป้งมาก เช่น ฟักทอง เผือก มันเทศ หลังจากปอกเปลือกออกแล้ว ต้องนำมาล้างให้สุก แล้วบดเนื้อให้ละเอียด

2) การกวน ได้แก่ การนำส่วนผสมทั้งหมด ใส่ภาชนะสำหรับกวน ทั้งนี้ควรใช้กระทะสแตนเลสหรือภาชนะเคลือบปากกว้าง เพราะไม่ทำให้สีอาหารเปลี่ยนไป ก้นภาชนะควรมีลักษณะโค้งมนเพื่อความสะดวกในการกวน และควรใช้ไม้พายสำหรับกวน การกวนควรใช้ไฟอ่อนๆ การทดสอบความเหนียวของอาหารกวน โดยหยดลงในน้ำที่เย็นจัด ถ้ามีลักษณะเป็นก้อนคงสภาพไม่แตกกระจาย แสดงว่าได้ที่แล้ว แต่ถ้ามีลักษณะเหลว ละลายไปกับน้ำ ต้องกวนต่อไปอีก แล้วจึง ทดสอบอีกครั้ง ปริมาณน้ำตาลที่ใช้เป็นส่วนผสมจะขึ้นกับความเป็นกรดของวัตถุดิบ กล่าวคือ ถ้าวัตถุดิบมีปริมาณกรดอยู่สูง มีรสเปรี้ยว ก็ต้องใช้น้ำตาลในปริมาณมาก ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้จะขึ้นกับชนิดของวัตถุดิบเช่นกัน ผักหรือผลไม้ที่มีเนื้อละเอียด มีแป้งมาก เช่น มันเทศ เผือก กล้วย ทุเรียน เมื่อกวนแล้วจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อเนียนและเหนียว ในส่วนผสมอาจมีการปรับปรุงเนื้อสัมผัส ควรใส่เมื่อกวนอาหารจนน้ำงวดลงครึ่งหนึ่ง โดยใช้แบริช 1 ช้อนโต๊ะ ต่อปริมาณเนื้อผักหรือผลไม้ 1 กิโลกรัม [2]

2.1.3 ทุเรียนกวน ผลิตภัณฑ์ทุเรียนกวนเป็นอาหารว่างหรือผลิตภัณฑ์ขนมหวานที่ได้จากการแปรรูปทุเรียนสด เป็นที่นิยมบริโภคทั้งในและต่างประเทศ ปริมาณการผลิตทุเรียนกวนในปี 2554 ทุเรียนกวนจัดเป็นอาหารกึ่งแห้งเป็นอาหารที่กินได้ทุกเพศทุกวัย ซึ่งมีความอร่อยแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ทุเรียนต่างๆ

ตารางที่ 2.1 สถิติการส่งออกของทุเรียนกวน [3]

ประเทศ	2551		2552		2553(ม.ค.-มี.ค.)		อัตราการเปลี่ยนแปลง(%)			
	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	▲ 52/51		▲ 53/52 (ม.ค.-มี.ค.)	
							ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า
สหรัฐฯ	407.44	25.10	916.08	45.40	29.79	1.30	124.84	80.88	-86.07	-88.60
รัสเซีย	525.71	29.80	724.04	41.90	392.42	23.70	37.73	40.60	580.10	618.18
ออสเตรเลีย	293.88	16.40	342.33	18.80	68.91	3.50	16.49	14.63	32.52	25.00
ฝรั่งเศส	296.15	18.90	190.54	10.60	28.29	1.70	-35.66	-	-30.67	-32.00
								43.92		

ตารางที่ 2.1 สถิติการส่งออกของทุเรียนกวน [3] (ต่อ)

ประเทศ	2551		2552		2553(ม.ค.-มี.ค.)		อัตราการเปลี่ยนแปลง(%)			
							▲ 52/51		▲ 53/52 (ม.ค.-มี.ค.)	
	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า
สหราชอาณาจักร	184.54	8.30	131.97	7.00	5.45	0.50	-28.49	-	-79.66	-61.54
อื่น ๆ	890.11	54.10	836.58	58.80	239.87	17.40	-93.97	-	-	-387.40
รวม	2,597.83	152.60	3,141.54	182.50	764.72	48.10	20.93	19.59	61.56	73.65

หมายเหตุ : ปริมาณ: ตัน มูลค่า : ล้านบาท

2.1.4 สับปะรดกวน สับปะรดเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ซึ่งมีปริมาณการผลิตการส่งออกสูงเป็นอันดับหนึ่งของโลก สับปะรดพันธุ์ที่นิยมปลูกในประเทศไทยได้แก่

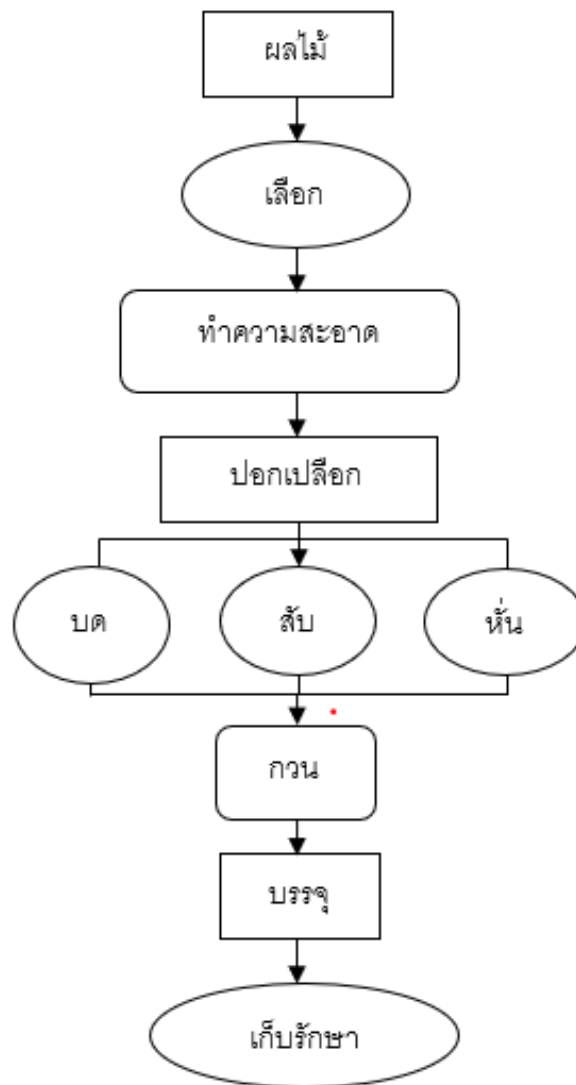
- 1) พันธุ์ปัตตาเวีย
- 2) พันธุ์อินทรีชิต
- 3) พันธุ์ขาว
- 4) พันธุ์ภูเก็ทหรือสวี
- 5) พันธุ์นางแลหรือน้ำผึ้ง

โดยพันธุ์ปัตตาเวียเป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกสำหรับการแปรรูป โดยเฉพาะการแปรรูปเป็นสับปะรดกระป๋องเพื่อส่งออกมากที่สุด สับปะรดกวนยังช่วยปัญหาสับปะรดล้นตลาดได้อีกทางหนึ่ง ยังช่วยเพิ่มรายได้ให้กับผู้ปลูกสับปะรดอีกด้วย การทำสับปะรดกวนต้องอาศัย เคล็ดลับและขั้นตอนการทำ เพื่อให้ได้สับปะรดกวนที่อร่อยและน่ารับประทาน [3]

ตารางที่ 2.2 สถิติการส่งออกของสับปะรดกวน [3] (ต่อ)

ประเทศ	2552		2553		2554		อัตราการเปลี่ยนแปลง(%)			
	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	▲ 53/52		▲ 54/53	
							ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า
สหรัฐฯ	8,636	563.1	8,478	605.8	8,203	627.4	-1.84	7.58	-3.24	3.57
รัสเซีย	6,791	305.1	6,422	336.3	5,761	329.4	-5.42	10.23	-10.30	-2.05
เยอรมนี	1,333	85.0	1,481	100.6	1,616	123.6	11.09	18.35	9.10	22.86
เนเธอร์แลนด์	1,486	86.3	1,382	90.6	1,221	87.5	-6.97	5.10	-11.66	-3.53
สหราชอาณาจักร	810	47.7	1,062	72.2	1,208	84.7	31.23	51.36	13.70	17.31
อื่นๆ	6,384	364.7	7,131	455.0	7,814	530.8	11.70	24.76	9.59	16.66
รวม	26,556	1,518.9	27,233	1,738.9	28,120	1,932.0	2.55	14.48	3.26	11.10

หมายเหตุ : ปริมาณ: ตัน มูลค่า : ล้านบาท



รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการกวน [3]

2.2 เครื่องกวน

2.2.1 ประเภทการกวน

การกวนของเหลวมีบทบาทสำคัญในการผลิตสินค้าหลายอย่าง สินค้าส่วนใหญ่ต้องการการกวนบางอย่างในขั้นตอนการผลิต ดังนั้นการกวนของเหลวจึงเป็นขั้นตอนที่พบบ่อยในอุตสาหกรรมเคมี อาหาร ปิโตรเคมี ยา กระดาษ การกำจัดน้ำเสีย รวมทั้งการปกป้องสิ่งแวดล้อม ความต้องการการกวนหรือการผสมประกอบด้วยการกวนของเหลวที่ความหนืดต่ำและความหนืดสูงเข้าด้วยกัน ของแข็งในของเหลว การกระจายแก๊สในของเหลว การ

ถ่ายเทมวลหรือความร้อน (mass transfer or heat transfer) โดยทั่วไปแล้วสามารถแบ่งประเภทการกวนตาม ขบวนการทางกายภาพและเคมีดังต่อไปนี้

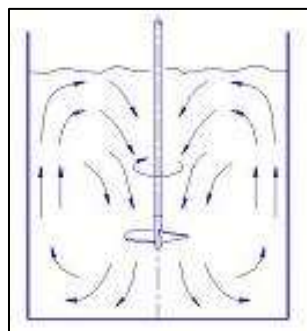
- 1) Blending การผสมของเหลวสองชนิดที่สามารถละลายเข้าด้วยกัน (miscible liquid)
- 2) Suspension การผสมของแข็งกับของเหลว
- 3) Dispersion การลดขนาดและแพร่กระจายของแข็งในของเหลว
- 4) Emulsion การผสมของเหลวสองชนิดที่ไม่ละลายเข้าด้วยกัน (immiscible liquid)
- 5) Aeration การผสมแก๊สกับของเหลว หรือขบวนการถ่ายเทมวล (mass transfer)
- 6) Heat transfer การถ่ายเทความร้อน ซึ่งอาจทำให้ร้อนขึ้นหรือเย็นลง โดยให้ของเหลว

เคลื่อนผ่านผิวสัมผัสของภาชนะ ทั้งนี้ก็มีขบวนการอื่นๆ ดังกล่าวข้างต้นรวมอยู่ด้วย

2.2.2 ส่วนประกอบของเครื่องกวนและการไหลของของเหลว

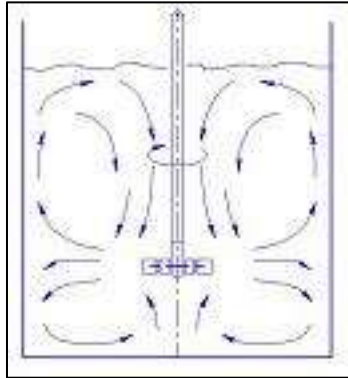
เครื่องผสมของเหลวหรือเครื่องกวน เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยตัวต้นกำลังหรือตัวขับ เพลลา และใบ กวน (impeller) หนึ่งใบหรือมากกว่า ติดตั้งอยู่บนเพลลา โดยจำนวนใบมีความหมายถึงจำนวนชั้นของใบกวน (impeller stage) สำหรับใบกวนผสม (mixing impeller) ที่ยึดติดอยู่บนเพลลาทำหน้าที่หมุนวนของเหลวเพื่อ แลกเปลี่ยนสารตามความต้องการของขบวนการผลิต ใบกวนมีด้วยกันหลายแบบ โดยหลักแล้วสามารถแบ่ง ประเภทใบกวนได้เป็นกลุ่มใหญ่ๆ 3 กลุ่ม ตามลักษณะการไหลของของเหลว ดังนี้

1) Axial flow : ของเหลวถูกดูดและไหลในแนวแกนขนานกับเพลลา เช่น Marine propeller Hydrofoil และ Pitched blade turbine และใบกวนกลุ่มนี้ใช้เพิ่มการไหลของของเหลว (pumping capacity) เหมาะสำหรับการผสมของเหลวที่สามารถละลายเข้าด้วยกัน (blending) และ การผสมของแข็งเข้ากับของเหลว (suspension)



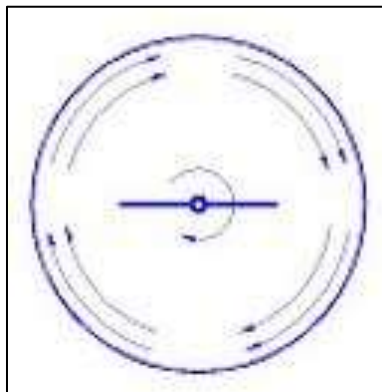
รูปที่ 2.2 Axial flow

2) Radial flow : ของเหลวถูกผลักออกไปในแนวรัศมีหรือในแนวตั้งฉากกับแกนเพลลา เช่น Rushton disc Saw disc Bar disc ฯลฯ ใบกวนกลุ่มนี้ใช้เพิ่มแรงเฉือนหรืออัตราการเฉือน (shear rate) ให้กับของเหลว เหมาะสำหรับการผสมของเหลวที่ไม่สามารถละลายเข้าด้วยกันเป็นเนื้อเดียว (immiscible liquid) การลดขนาดของของแข็งให้แขวนลอยในของเหลวและการลดขนาดของแก๊สในของเหลว เพื่อให้เกิดการถ่ายเทมวลสาร (mass transfer) โดยขบวนการ emulsion dispersion และ aeration ตามลำดับ



รูปที่ 2.3 Radial flow

3) Tangential flow : ของเหลวจะไหลตามแนวสัมผัสรอบขอบถัง ทำให้สามารถถ่ายเทความร้อน (heat transfer) กับภาชนะบรรจุได้ดี เช่น Anchor Paddle



รูปที่ 2.4 Tangential flow

2.2.3 ประเภทเครื่องกวน

โดยทั่วไปเครื่องกวนจะแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ตามต้นกำลังหรือตัวขับเคลื่อน

1) Direct drive agitator or Direct drive motor (DDM) เครื่องกวนประเภทนี้จะใช้มอเตอร์เป็นตัวขับอย่างเดียว การเปลี่ยนรอบของมอเตอร์จะใช้อัตราส่วนของลูกรอก (pulley) เป็นตัวกำหนด ทำให้ไม่สามารถลดความเร็วรอบของมอเตอร์ให้ต่ำมากได้เพราะสายพานจะเลื่อนหลุดจากลูกรอกตัวขับ (driver pulley) ได้เหมาะสำหรับถังขนาดเล็กและปานกลาง



รูปที่ 2.5 Direct drive agitator or Direct drive motor (DDM)

2) Gear drive agitator or Transmission drive agitator (TDA) เครื่องกวนประเภทนี้ใช้เกียร์เป็นตัวขับให้เพลาลมุน สามารถกำหนดความเร็วรอบได้ตามความต้องการ เหมาะสำหรับถังขนาดปานกลางและใหญ่ รวมทั้งของเหลวซึ่งมีความหนืดปานกลางถึงสูง



รูปที่ 2.6 Gear drive agitator or Transmission drive agitator (TDA)

2.2.4 การติดตั้งเครื่องกวน

เครื่องกวนสามารถติดตั้งได้ใน 3 ลักษณะด้วยกัน คือ

1) Top entry เครื่องกวนถูกติดตั้งอยู่ด้านบนของถังเปิด (open tank) หรือถังปิด (closed tank) โดยเพลลาจะอยู่ในแนวตั้งและประกอบด้วยใบกวนหนึ่งชั้น หรือหลายชั้น นอกจากนี้เครื่องกวนสามารถติดตั้งที่ศูนย์กลางถังพร้อมแผ่นกั้น (in center with baffles) หรือติดตั้งเยื้องศูนย์กลางโดยไม่มีแผ่นกั้น (off center without baffles) รวมทั้งการติดตั้งในแนวเอียงที่ขอบถังโดยไม่มีแผ่นกั้นด้วย (inclined without baffles)

2) Side entry เครื่องกวนถูกติดตั้งที่ข้างถังโดยเพลลาจะอยู่ในแนวนอนและใบกวนแบบ axial flow รวมทั้งต้องมี seal ซึ่งเป็นตัวป้องกันไม่ให้ของเหลวรั่วไหลออกนอกถังด้วย

3) Bottom entry เครื่องกวนถูกติดตั้งที่ก้นถังโดยเพลลาจะอยู่ในแนวตั้ง ใช้ใบกวนได้ทั้งแบบ axial flow และ radial flow เหมาะสำหรับการกวนของเหลวที่มีระดับค่อนข้างต่ำหรือมีพื้นที่จำกัดในการติดตั้ง ทั้งนี้จะต้องมี seal ซึ่งมีตัวป้องกันไม่ให้ของเหลวรั่วไหลออกนอกถังเหมือน side entry

2.2.5 ประเภทของใบกวน

1) กลุ่ม Axial flow ใบกวนประเภทนี้จะให้การไหลในแนวขนานกับเพลลา เหมาะสำหรับการผสมของเหลวให้เข้ากันหรือการทำให้ของแข็งแขวนลอยอยู่ในของเหลว ประกอบด้วย

1.1) Propeller หรือเรียกเต็มๆว่า Marine propeller เป็นใบกวนที่เปลี่ยนมุมใบอย่างต่อเนื่องจากคัมไบ (hub) ถึงปลายใบ (tip) ระยะที่ของเหลวถูกขับเคลื่อนไปเมื่อใบหมุน 1 รอบ เรียกว่า pitch ซึ่งโดยปกติจะมีระยะทางเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางใบ เรียกว่า square pitch โดยทั่วไปใบชนิดนี้จะใช้กับถังขนาดเล็กที่ความเร็วรอบสูง เหมาะสำหรับของเหลวที่มีความหนืดต่ำ โดยอาจติดตั้งเยื้องศูนย์กลางโดยไม่มีแผ่นกั้น (off center without baffles) หรือติดตั้งในแนวเอียงกับขอบถัง (inclined without baffles)



รูปที่ 2.7 Propeller

1.2) Hydrofoil หรือ Fluid foil (HF-3) บางทีเรียกว่า Modified propeller การสร้างใบ Propeller ต้องดัดมุมใบให้ได้ขนาดที่ต้องการตั้งแต่คัมไบถึงปลายใบ ซึ่งมีความยากลำบากในการสร้างใบขนาดใหญ่ ใบ Hydrofoil จึงถูกทำให้โค้ง (curve) เพื่อลดการเสียดทานการไหล รวมทั้งความกว้างของใบที่หูลู่ปลาย

(taper) ทำให้การดันของเหลวมีขนาดเท่า ๆ กันตั้งแต่ดุมใบถึงปลายใบ จึงลดอัตราการเฉือน (shear rate) ให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ ทำให้เป็นใบที่ประหยัดพลังงาน เหมาะสำหรับของเหลวที่มีความหนืดน้อยถึงปานกลาง



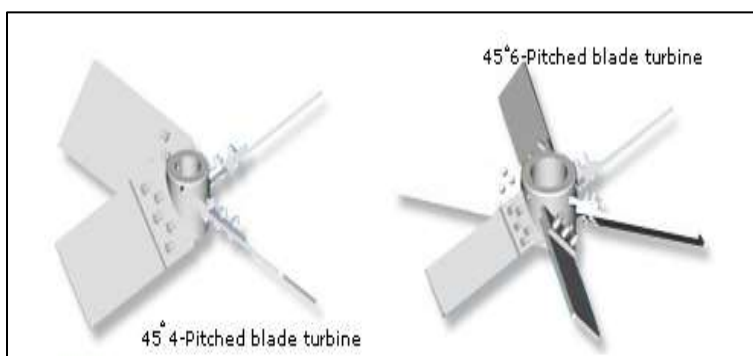
รูปที่ 2.8 Hydrofoil

1.3) High efficiency (HE-3) โดยปกติใบ Turbine จะเป็นใบที่ใช้ในการผสมทั่วไป โดยใบที่ทำมุมเอียงกับแนวรอบหรือแนวตั้ง เรียกว่า Pitched blade เมื่อนำใบ Pitched blade turbine ไปกวนของเหลวจะพบว่าเกิดฝอยของเหลว (vortices) ที่หลังใบเป็นจำนวนมาก ฝอยเหล่านี้จะทำให้ประสิทธิภาพในการกวนลดลง ดังนั้นจึงมีการปรับให้ส่วนหน้าของใบ (leading edge) มุมต่ำลง เพื่อลดฝอยหลังใบ รวมทั้งปรับขนาดของมุมเอียงให้เล็กลง จึงทำให้ได้ใบที่มีประสิทธิภาพสูง โดยใช้พลังงานต่ำกว่าใบ Turbine ที่อัตราการไหลหรือ pumping capacity เท่าเทียมกัน



รูปที่ 2.9 High efficiency (HE-3)

1.4) Pitched blade turbine เป็นใบกวนที่สามารถใช้งานได้ทั่วไป ตั้งแต่ของเหลวความหนืดต่ำจนถึงความหนืดสูง ซึ่งขึ้นอยู่กับการออกแบบ รวมทั้งสามารถใช้จำนวนใบได้ตั้งแต่ 4 – 12 ใบ โดยจำนวนใบยิ่งมากก็ยิ่งใช้กำลังงานมาก แต่ก็ให้อัตราการไหลที่มากขึ้น แม้ว่าจะเป็นใบที่ไม่ได้ให้ประสิทธิภาพสูงสุดในการกวน แต่ใบ Pitched blade turbine ก็สามารถทำงานได้ดีกว่าใบ Hydrofoil และใบ High efficiency ที่ค่าความหนืดสูงๆ หรือค่า Reynolds number (Re) ต่ำ ๆ น้อยกว่า 1,000



รูปที่ 2.10 Pitched blade turbine

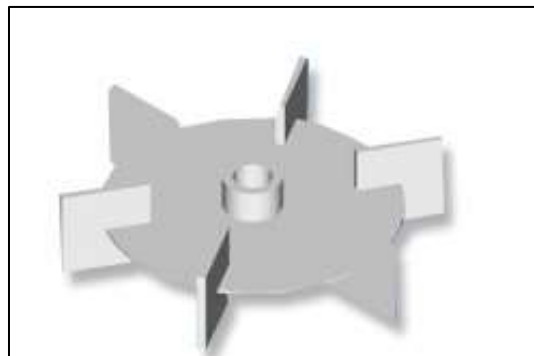
1.6) Hydrofoil with high solidity (HFS-3 or HFS-4) solidity ratio หมายถึงสัดส่วนของพื้นที่ใบต่อพื้นที่ของวงกลมซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่าขนาดใบ เป็นที่ทราบกันดีว่าใบ Hydrofoil ทั่วไปซึ่งมี solidity ratio 31- 35 % เหมาะที่จะใช้กวนของเหลวที่มีความหนืดต่ำหรือมีค่า Reynolds number มากกว่า 2,000 ขึ้นไป สำหรับ Reynolds number ที่ต่ำกว่า 2,000 ประสิทธิภาพการกวนจะลดลงมาก ดังนั้นใบ Hydrofoil ที่มีค่า solidity มากขึ้นกว่า 65% จึงใช้กวนของเหลวที่มีความหนืดมากขึ้นหรือมีค่า Reynolds number อยู่ระหว่าง 1,000 -2,000



รูปที่ 2.11 Hydrofoil with high solidity (HFS-3 or HFS-4) solidity ratio

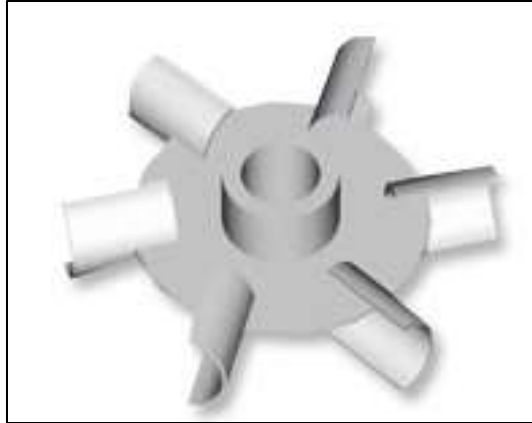
2) กลุ่ม Radial flow ใบกวนประเภทนี้จะผลักของเหลวออกในแนวรัศมี หรือในแนวตั้งฉากกับแกนเพลลาเหมาะสำหรับการเหวี่ยงของเหลวที่ไม่ผสมกันเป็นเนื้อเดียวให้มีขนาดเล็กลงหรือการลดขนาดของของแข็ง เพื่อให้แขวนลอยอยู่ในของเหลวได้เป็นเวลานานๆ โดยทั่วไปแล้วที่เส้นผ่านศูนย์กลางใบและความเร็วรอบที่เท่ากัน กลุ่ม radial flow จะกินกำลังงาน (power) มากกว่ากลุ่ม axial flow ดังนั้นจึงเหมาะกับงานเฉพาะทางดังกล่าวข้างต้น ไม่เหมาะสำหรับใช้ในกรณีทั่วไป ประกอบด้วย

2.1) Turbine disc หรือ Rushton turbine ใบที่ให้ radial flow ในยุคแรกๆ ข้อดีคือให้อัตราเหวี่ยงและอัตราการไหลพอสมควร รวมทั้งสามารถใช้กับขบวนการทางเคมีที่มีการแลกเปลี่ยนมวล (mass transfer) โดยใช้แก๊ส (aeration process) เนื่องจากมีแผ่น disc ตรงกลางใบคอยป้องกันไม่ให้แก๊สหลุดออกไปจากของเหลวได้ง่าย รวมทั้งมีใบด้านข้างคอยเหวี่ยงแก๊สให้มีขนาดเล็กลงด้วย แต่มีข้อเสียคือกินกำลังงานมาก



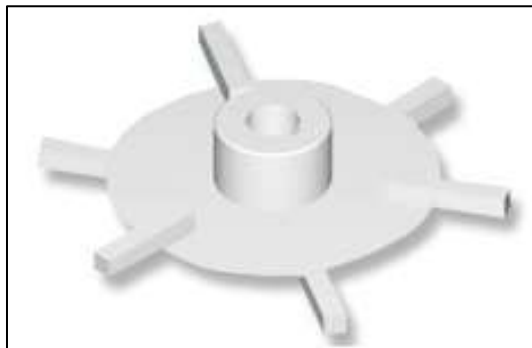
รูปที่ 2.12 Turbine disc

2.2) Concave blade disc หรือ Concave blade turbine บางครั้งเรียกว่า Smith impeller กล่าวเฉพาะขบวนการใส่แก๊สเข้าไปในของเหลวสำหรับใบชนิดนี้เมื่อเปรียบเทียบกับ Turbine disc โดย Turbine disc ประกอบด้วยแผ่นแบนติดตั้งฉากกับแผ่นกลม (disc) จึงทำให้อุ้งแก๊สได้น้อย แก๊สมีโอกาสท่วมใบ (flooding) มาก ดังนั้น Smith impeller จึงเปลี่ยนมาใช้ใบในลักษณะครึ่งวงกลมหรือวงรีทำให้อุ้งแก๊สได้มาก รวมทั้งกินกำลังงานน้อยกว่าด้วย



รูปที่ 2.13 Concave blade disc

2.3) Bar disc ใบชนิดนี้จะให้แรงเฉือนที่มากกว่าใบ Turbine disc แต่กินกำลังน้อยกว่ามาก แต่ก็ให้อัตราการไหลที่น้อยมาก เหมาะสำหรับการใช้คู่กับใบ axial flow ที่ให้อัตราการไหลเพิ่มขึ้น และใบ Bar disc ให้อัตราเฉือนอย่างเดียว



รูปที่ 2.14 Bar disc

2.4) Saw disc or Saw tooth เป็นใบ radial flow อีกชนิดหนึ่งที่ใช้กันมานาน โดยในยุคแรกๆ นักวิทยาศาสตร์ใช้แผ่นกลมเรียบๆมาให้อัตราการเฉือน ซึ่งเรียกว่า Plain disc ต่อมาสังเกตพบว่าแผ่นกลมเรียบนี้ให้อัตราการไหลน้อยมาก จึงนำแผ่นกลมมาบากและตัดเป็นฟันขึ้นลงคล้ายใบเลื่อยจึงเรียกว่า Saw disc ใบชนิดนี้ให้แรงเฉือนมากที่ความเร็วรอบสูง และให้อัตราการไหลพอสมควร โดยจะพบในอุตสาหกรรมสีเป็นหลัก



รูปที่ 2.15 Saw disc or Saw tooth

2.5) Rotor stator สำหรับการใช้งานที่ต้องการอนุภาคแขวนลอยในระดับที่เล็กมากเป็น ไมครอน (micron) ใบกวนที่ใช้จะต้องมีอัตราความเร็วสูงมาก โดยหลักการแล้วถ้าของเหลวถูกบังคับให้วิ่งผ่านช่องแคบเล็กๆที่ความเร็วสูงมาก ของเหลวนั้นจะถูกเฉือนจนมีขนาดอนุภาคเป็นไมครอน โดย Stator ตัวอยู่กับที่จะทำเป็นกรงที่มีรูให้ของเหลววิ่งผ่าน ส่วน Rotor ตัวหมุนเป็นใบกวนที่มีหลายแฉกและอยู่ห่าง Stator น้อยมากเพียง 0.75 – 3.00 mm หรือน้อยกว่า หมุนด้วยความเร็วรอบสูงมากราว 2,800 – 7,500 รอบ คอยดันของเหลวให้วิ่งผ่านช่องแคบๆระหว่าง Rotor กับ Stator ของเหลวหรือของแข็งที่ได้จึงมีขนาดอนุภาคเล็กมากดังกล่าวแล้ว



รูปที่ 2.16 Saw disc or Saw tooth

3) กลุ่ม Tangential flow และ Mixed flow โดยปกติใบกวนที่มีขนาดใหญ่และหมุนด้วยความเร็วรอบต่ำจะมี tangential flow อยู่ด้วย เป็นลักษณะการไหลของของเหลวที่หมุนรอบขอบถัง ทำให้สามารถถ่ายเทความร้อนหรือความเย็นกับภาชนะที่บรรจุได้ แต่ tangential flow ไม่ค่อยช่วยในการผสมของเหลวให้เข้ากัน ดังนั้นเราจึงใช้แผ่นกั้น (baffles) ในการเปลี่ยนทิศของเหลวให้ขึ้นลงในแนวตั้ง ทำให้การผสมของเหลวให้เข้ากัน

เวลาน้อยลง ซึ่งสามารถใช้กับความเหลวที่ความหนืดต่ำ สำหรับของเหลวที่มีความหนืดปานกลางกับสูง เรามักใช้ใบกวนที่มีขนาดใหญ่และมีจำนวนชั้นมากในการกวนของเหลวให้เข้ากัน ประกอบด้วย

3.1) Paddle หรือ Beam ใบที่รู้จักกันในสมัยแรกๆ เส้นผ่านศูนย์กลางใบมีขนาดค่อนข้างใหญ่ เมื่อเทียบกับขนาดถัง และมุมที่ความเร็วรอบค่อนข้างต่ำ จึงทำให้เกิด tangential flow ที่ขอบถัง ต่อมาได้ปรับมุมจากตั้งตรง 90° เป็นมุมเอียง 45° ทำให้สามารถให้ axial flow ด้วย ทำให้การผสมของเหลวมีประสิทธิภาพดีขึ้น เนื่องจากมีใบเพียง 2 ใบ ทำให้ใช้กำลังงานน้อยแต่ก็ให้ flow ไม่มากนัก จึงจำเป็นต้องใช้ใบหลายชั้นวางตั้งฉากกัน เรียกว่า cross-beam เหมาะสำหรับการกวนที่ค่อนข้างเบาถึงปานกลาง



รูปที่ 2.17 Paddle

3.2) Traper paddle หรือ Trapezoidal beam มีลักษณะคล้าย Paddle หรือ Beam ทั่วไป โดยที่ปลายทำให้ทู่เล็กกว่าที่โคนใบ (traper) ทำให้ความเร็วของของเหลวที่ไหลจากใบมีขนาดใกล้เคียงกัน จึงลดอัตราการเฉือน (shear rate) ที่ใบกระทำกับของเหลวในถังได้ ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับกวนของเหลวที่ไม่ต้องการแรงเฉือนหรือแรงเฉือนต่ำ เช่น ในอุตสาหกรรมอาหารที่ไม่ต้องการให้กลิ่น รส เปลี่ยนไป หรือในอุตสาหกรรมน้ำเสีย ที่ถังตกตะกอน เป็นต้น



รูปที่ 2.18 Traper paddle

3.3) Seba paddles หรือ Seba beams ใบด้านในจะมีลักษณะคล้าย Trapezoid beams ซึ่งโดยปกติจะดันของเหลวลงล่าง ในขณะที่ใบด้านนอกจะดันของเหลวขึ้นและหมุนในแนวเส้นรอบวงในเวลาเดียวกัน รวมทั้งอาจมีตัวปาด (scraper) รอบถัง เพื่อทำความสะอาดหรือแลกเปลี่ยนฟิล์มของเหลวทำให้การแลกเปลี่ยนความร้อนดียิ่งขึ้น เหมาะสำหรับของเหลวที่มีความหนืดปานกลางกับค่อนข้างสูง



รูปที่ 2.19 Seba paddles

3.4) CS paddles หรือ CS beams ลักษณะของใบประกอบด้วย inner blade และ outer blade 3 ชั้น ซึ่งดันของเหลวสวนทางกันคล้าย Saba blades เส้นผ่านศูนย์กลางใบจะมีขนาดราว 70% - 90% ของเส้นผ่านศูนย์กลางถัง ใบ CS-beams จะติดตั้งใบลักษณะตั้งฉากซึ่งกันและกันแบบ cross beams เหมาะสำหรับกวนของเหลวที่มีความหนืดสูงถึงสูงมากราว 500,000 m.Pas หรือ cPs



รูปที่ 2.20 CS paddles

3.5) Anchor ใบกวนที่ถูกปรับรูปร่างจนมีลักษณะคล้ายภาชนะที่บรรจุของเหลว มีลักษณะคล้าย สมอเรือ (anchor) หรือเกือกม้า (horse shoe) เป็นใบกวนที่รู้จักกันมานาน โดยมีลักษณะเด่นที่สามารถติดตั้งใบ

ปาด (scraper or wiper) ได้ทั้งด้านข้างและด้านล่าง ทำให้การถ่ายเทความร้อน (heat transfer) ได้ทั่วตลอดมวลของของเหลว อย่างไรก็ตาม Anchor สามารถใช้ได้ดีที่ความหนืดของของเหลวราว 5,000 – 50,000 m.Pas ที่ความหนืดน้อยกว่า 5,000 m.Pas ของเหลวจะไม่มีน้ำหนักพอที่จะลากดึง (viscous drag) ตามใบ Anchor ได้ ในขณะที่ความหนืดสูงมากกว่า 50,000 m.Pas อัตราการไหล (flow capacity) จะน้อยมากจนการกววนไม่ได้ผล โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเคลื่อนไหวของของเหลวหลังใบ Anchor จะมีน้อยมาก เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวในระยะหลังจึงมีการใช้ใบ Paddles คู่กับใบ Anchor ซึ่งรวมกันเรียกว่า Modified Anchor



รูปที่ 2.21 Anchor

3.6) Helical Ribbon สำหรับของเหลวที่มีความหนืดสูงมากกว่า 1,000,000 m.Pas ใบกวนชนิด Helical ribbon ซึ่งมีการปรับมุมเอียงของใบตลอดทั่วถึงคล้ายสกรู (screw) รวมทั้งอาจมีใบชั้นนอกและชั้นใน ทำให้สามารถดันของเหลวจากบนลงล่างและจากล่างขึ้นบน โดยทั่วไป Helical ribbon จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบ 95 - 98 % ของเส้นผ่านศูนย์กลางถัง ทำให้สามารถกววนของเหลวได้ทั่วถึงโดยไม่มีจุดใดของของเหลวอยู่นิ่ง รวมทั้งสามารถเพิ่มการส่งถ่ายความร้อนได้ดีอีกด้วย ข้อเสียคือ Helical ribbon ใช้วัสดุในการทำใบมากรวมทั้งใช้กำลังงานในการกววนมาก เนื่องจากผิวสัมผัสของใบกับของเหลวมีปริมาณมาก จึงควรใช้ใบชนิดนี้กรณีจำเป็นจริง ๆ เท่านั้น



รูปที่ 2.22 Helical Ribbon

2.2.6 เครื่องกวน (Agitator)

การออกแบบเครื่องกวนเริ่มต้นด้วยการกำหนดปริมาณของของเหลวที่ต้องการกวนและประเภทของการกวน เช่น blending suspension และกำหนดสัดส่วนของถังตามข้อมูลที่ได้เสนอแนะไว้ แล้วจึงหาข้อมูลเกี่ยวกับค่าความหนืด (viscosity) ความหนาแน่น (density) ของของเหลวที่ต้องการกวน รวมทั้งกำหนดระดับปริมาณการกวนต่ำสุดและสูงสุดไว้ด้วย โดยทั่วไปประมาณ 85% ของการกวนเป็นแบบ axial flow ดังนั้นถังทรงกระบอก (cylindrical vessel) ในแนวตั้งจึงมีความเหมาะสมที่สุด ทั้งนี้ยกเว้นถังที่มีความจุปริมาณมาก เช่น ถังเก็บน้ำมัน ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่มาก ซึ่งเหมาะสำหรับ side entry agitator มากกว่า สำหรับถังสี่เหลี่ยมมักมีมุมอับที่บริเวณเหลี่ยมต่างๆจึงใช้ในกรณีจำเป็นเท่านั้น การกำหนดประเภทของมอเตอร์เป็นแบบมาตรฐาน (IP55) หรือแบบเพิ่มความปลอดภัย เช่น Eexe หรือ Eexde นอกจากนี้ก็มีการกำหนดวัสดุที่ใช้ทำเพลลาและใบกวนเป็นสแตนเลส 304, 316L หรือเหล็ก การกำหนดวัสดุที่ใช้เคลือบรวมทั้งการกำหนด seal ด้วย

2.3 ชิ้นส่วนเครื่องจักรและการออกแบบ

การออกแบบรูปร่างและชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องจักรกล จะต้องคำนึงถึงความสะดวก ต้นทุนในการผลิต การบำรุงรักษา และองค์ประกอบต่าง ๆ จะมีผลทำให้เครื่องจักรนั้นสามารถทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีหลักการออกแบบดังนี้

2.3.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบ การออกแบบเป็นกระบวนการที่น่าสนใจมากกว่าควรจะเริ่มต้นทำอย่างไร และควรจะเริ่มต้นจากการนำกระดาษเปล่าแผ่นหนึ่งมาแล้วเริ่มลงมือแสดงความคิดเห็นต่างลงไป ต่อไปจะ

เกิดอะไรขึ้น มีอะไรบ้างที่เป็นตัวควบคุม หรือมีผลต่อการตัดสินใจนั้น และสุดท้ายงานออกแบบจะสิ้นสุดลงที่ได้ดังนั้นจึงจะกล่าวถึงขั้นตอนในการออกแบบทั่วไปดังต่อไปนี้

1) ได้รับความต้องการในการออกแบบ นั้นเริ่มต้นขึ้นจากวิศวกรได้รับความต้องการหรืออาจได้รับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ

2) ลักษณะจำเพาะรวบรวมรายละเอียดของสิ่งที่ต้องการออกแบบให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งอาจประกอบไปด้วย คุณสมบัติ ขนาด ราคา จำนวนที่ต้องการผลิต อายุการใช้งาน อุณหภูมิขนาดใช้งาน ความเชื่อถือได้ และสิ่งที่คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงได้บ้าง

3) ศึกษารายละเอียดต่าง ๆ เพื่อแยกแยะถึงสิ่งที่จะก่อให้เกิดความเสียหายหรือความล้มเหลว ทั้งทางด้านเทคนิคและทางเศรษฐศาสตร์

4) สังเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ลงไปในกระบวนการออกแบบ ซึ่งจะเป็นขั้นตอนที่ท้าทายและน่าสนใจที่สุดในการออกแบบ เพราะถ้าไม่มีขีดจำกัดอันใดแล้ว ผู้ออกแบบจะทำหน้าที่เป็นวิศวกร นักประดิษฐ์และจิตรกรในเวลาเดียวกัน ซึ่งในขณะนี้เขาจะเป็นนักสร้างสรรค์

5) ออกแบบเบื้องต้นและปรับปรุงเป็นการออกแบบให้เหมาะสมกับลักษณะจำเพาะและความต้องการหลายวิธี ที่จะต้องตัดสินใจเลือกเอาวิธีใดวิธีหนึ่ง เป็นแบบเบื้องต้นและปรับปรุงต่อไป

6) ออกแบบรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับขนาดของชิ้นส่วนต่าง ๆ และขนาดของส่วนประกอบอื่น ๆ ทั้งหมด ทั้งที่จะผลิตขึ้นเอง หรือผลิตภัณฑ์สำเร็จที่จะซื้อมาใช้ ซึ่งประกอบเข้าด้วยกันเป็นระบบ ดังนั้น จึงต้องมีแบบรายละเอียดของชิ้นส่วนทุกชิ้นแสดงรูปด้านต่าง ๆ เท่าที่จำเป็น

7) สร้างต้นแบบและทดสอบ

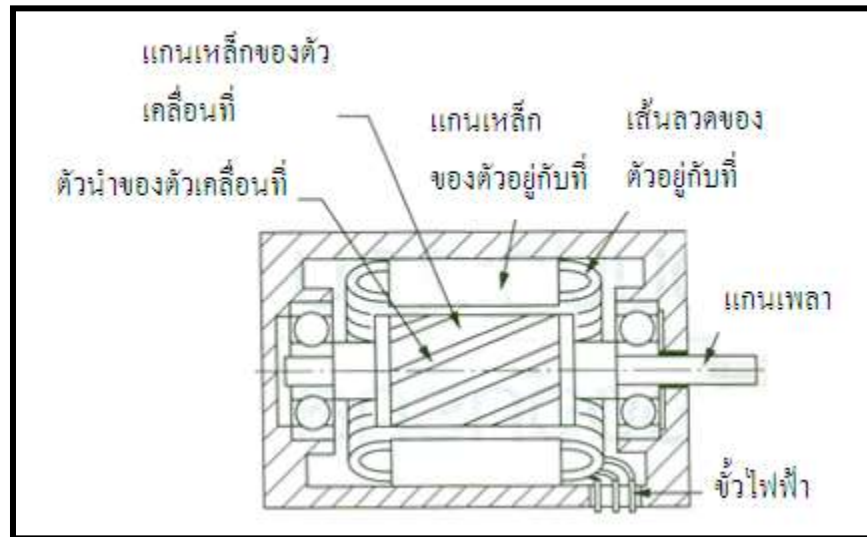
8) ออกแบบสำหรับผลิตในขั้นนี้จะพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงบางอย่างเพื่อความเหมาะสมของวิธีการผลิตที่ดีที่สุด

9) ส่งผลิตภัณฑ์ออก โดยปกติมักจะผลิตชิ้นงานต้นแบบและทดสอบถ้ามีปัญหาที่แก้ไขไม่ได้ก็จะส่งกลับไปยังแผนกออกแบบเบื้องต้นเพื่อที่จะหาวิธีแก้ไขปรับปรุงหรืออาจเสนอแนะ [8]

2.3.2 มอเตอร์ หมายถึงเครื่องกลไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ใช้สำหรับเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล เพื่อไปขับเคลื่อนอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น พัดลม บีม เครื่องปรับอากาศหรือใช้ในโรงงานเพื่อควบคุมเครื่องจักรกลต่าง ๆ ในโรงงาน มอเตอร์ไฟฟ้ามีทั้งใช้พลังงานไฟฟ้ากระแสสลับและพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง มอเตอร์สามารถแบ่งออกเป็นชนิดต่าง ๆ ได้ดังนี้

1) มอเตอร์เหนี่ยวนำกระแสสลับเป็นมอเตอร์ที่นิยมใช้มากที่สุดเพื่อเป็นแหล่งกำเนิดกำลังงานของเครื่องจักรกล โครงสร้างของมอเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 2.1 จากการไหลผ่านของไฟฟ้ากระแสสลับรอบแกนที่อยู่นิ่งติดกับตัวโครงของมอเตอร์ (Stator) จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กหมุนวนเกิดขึ้น สนามแม่เหล็กหมุนวนที่เกิดขึ้นนี้จะเหนี่ยวนำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าในแกนเหล็กของตัวเคลื่อนที่ (Rotor) ทำให้ตัวเคลื่อนที่หมุนวนตามสนามแม่เหล็ก

การทำให้เกิดสนามแม่เหล็กหมุนวนจะใช้ไฟฟ้ากระแสสลับแบบ 3 เฟส ส่วนใหญ่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน เช่น ตู้เย็น เครื่องดูดฝุ่น เครื่องซักผ้า โดยทั่วไปจะใช้ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส ดังนั้นมอเตอร์ที่ใช้จึงเป็นมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว ในกรณีนี้จะติดตั้งขดลวดชุดที่ 2 ที่ตัวอยู่กับที่ เพื่อให้เฟสของไฟฟ้ากระแสสลับที่ผ่านขดลวดชุดที่ 2 นี้ไหลช้าลง จึงเกิดการหมุนเหมือนการใช้สนามแม่เหล็กหมุนวนแบบ 2 เฟส [11]



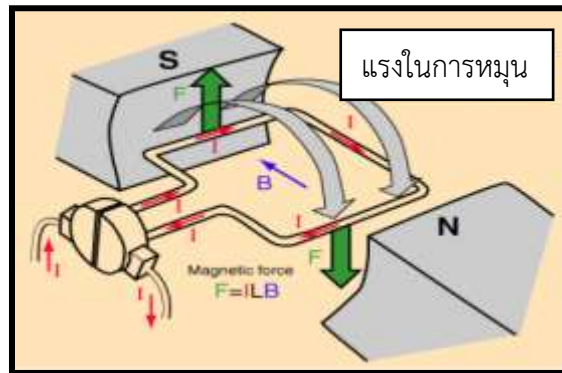
รูปที่ 2.23 โครงสร้างของมอเตอร์เหนี่ยวนำกระแสสลับ [11]

2) มอเตอร์ซิงโครนัสกระแสสลับ ตัวเคลื่อนที่ของมอเตอร์ซิงโครนัสไฟฟ้ากระแสสลับจะทำจากแม่เหล็กถาวร เมื่อมีแรงดันระหว่างสนามแม่เหล็กหมุนวนและแม่เหล็กถาวรบนตัวเคลื่อนที่ทำให้มอเตอร์สามารถหมุนได้ หากเปรียบเทียบกับมอเตอร์เหนี่ยวนำกระแสสลับแล้วจะมีการสิ้นเปลืองน้อยกว่า จุดเด่นของมอเตอร์ซิงโครนัสกระแสสลับ คือ ความเร็วรอบของการหมุนจะเท่ากับความเร็วรอบของสนามแม่เหล็กหมุนวน

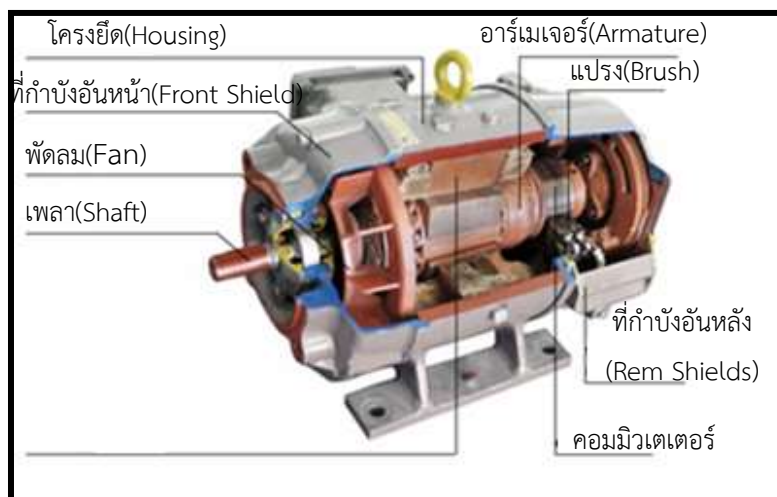
3) มอเตอร์กระแสตรง หลักการของมอเตอร์กระแสตรง ตัวอยู่กับที่ซึ่งอยู่ภายนอกจะเป็นแม่เหล็กถาวร การหมุนเกิดจากการปล่อยไฟฟ้ากระแสตรงผ่านตัวบังคับทิศทางของกระแส (Commutator) แล้วส่งเข้าสู่ขดลวดของตัวเคลื่อนที่ ดังแสดงในรูปที่ 2.23 การทำงานจะเป็นไปตามกฎของเฟรมมิ่ง คือเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวนำไฟฟ้าที่อยู่ในสนามแม่เหล็กจะทำให้เกิดแรงกระทำที่ตัวนำไฟฟ้า เมื่อขดลวดของตัวเคลื่อนที่หมุนจะก่อให้เกิดปริมาณกำลังไฟฟ้าแปรผันกับความเร็วยรอบของการหมุน วงจรของมอเตอร์กระแสตรงเทียบเท่ากับการต่อแหล่งกำเนิดไฟตรงเข้ากับตัวต้านทานและแหล่งกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำ โครงสร้างพื้นฐานมอเตอร์กระแสตรง ดังแสดงในรูปที่ 2.3 ความเร็วรอบของมอเตอร์ในกรณีที่แหล่งจ่ายไฟมีความต่างศักย์คงที่นั้น ความเร็วรอบจะแปรผกผันกับแรงบิด หากภาระแรงบิดสูงขึ้นจะทำให้ความเร็วรอบลดลง แต่หากภาระแรงบิดต่ำลงความเร็วรอบ

จะสูงขึ้น ดังนั้นจึงสามารถสร้างแรงบิดสูงได้ที่ความเร็วรอบต่ำ ๆ เมื่อเปลี่ยนค่าความต่างศักย์ของแหล่งจ่ายไฟฟ้า จะส่งผลทำให้ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดเกิดการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นในสถานะที่ภาระแรงไม่คงที่จะสามารถควบคุมได้ด้วยการปรับเปลี่ยน

ความต่างศักย์ของแหล่งจ่ายไฟฟ้าจุดเด่นของมอเตอร์กระแสตรง คือ ส่วนประกอบของตัวควบคุมจะง่าย และสามารถควบคุมได้ดี ส่วนข้อด้อยเกิดจากการใช้ตัวบังคับกระแสและแรงสัมผัส ทำให้มีการสึกหรอของแปรง และมีฝุ่นผงจากการสึกหรอจึงต้องมีการบำรุงรักษาด้วย [11]



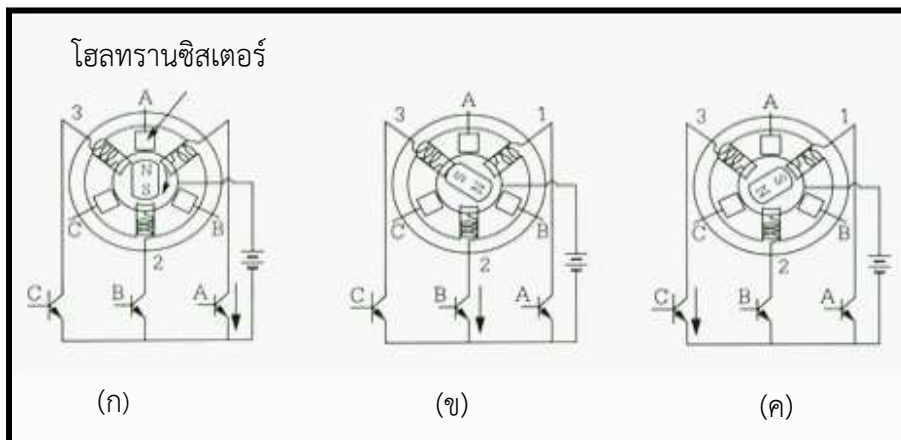
รูปที่ 2.24 หลักการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง [11]



รูปที่ 2.25 โครงสร้างของมอเตอร์กระแสตรง [11]

4) มอเตอร์กระแสตรงชนิดไม่มีแปรงสัมผัส มอเตอร์กระแสตรงชนิดไม่มีแปรงสัมผัสจะใช้ระบบการควบคุมสวิตช์แบบอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อแก้ปัญหาการสัมผัสกันระหว่างตัวควบคุมกระแสและแปรงสัมผัสของมอเตอร์

กระแสตรง หลักการทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 2.26 ตัวเคลื่อนที่จะเป็นแม่เหล็กถาวรและจะปล่อยกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวอยู่กับที่ โครงสร้างจะมีลักษณะคล้ายมอเตอร์ซิงโครนัสกระแสสลับ ต่างกันที่จะป้อนไฟฟ้ากระแสตรงเข้าสู่ตัวอยู่กับที่ และจะใช้โวลทราจิสเตอร์หรือโพโตทราจิสเตอร์วัดตำแหน่งของตัวเคลื่อนที่แล้วเปิด และ ปิด กระแสที่เข้าสู่ตัวเคลื่อนที่



รูปที่ 2.26 หลักการทำงานของมอเตอร์กระแสตรงชนิดไม่มีแปรงสัผัส [11]

จากรูปที่ 2.26 สามารถอธิบายหลักการทำงานได้ดังนี้

รูปที่ 2.26 (ก) โวลทราจิสเตอร์ตำแหน่ง A ทำหน้าที่เป็นตัวตรวจจับที่จะให้กำเนิดสัญญาณไฟฟ้าเมื่อมีสนามแม่เหล็กเข้ามาใกล้ ตรวจจับสนามแม่เหล็ก ทำให้ทรานซิสเตอร์ A ปล่อยกระแสไฟผ่านเข้าขั้วที่ 1 ของตัวอยู่กับที่ เป็นผลให้ขั้วเหนือ (N) ของตัวเคลื่อนที่ที่ถูกดูดให้หมุนเข้ามาที่ขั้ว 1 ของตัวเคลื่อนที่

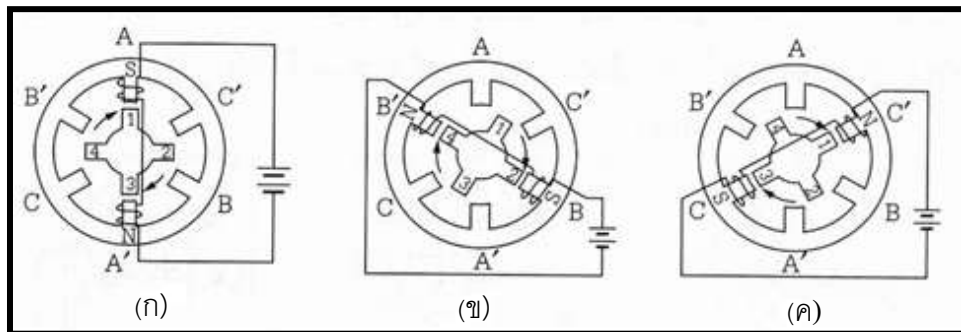
รูปที่ 2.26 (ข) โวลทราจิสเตอร์ตำแหน่ง B จะตรวจจับสนามแม่เหล็กได้ และทรานซิสเตอร์ตำแหน่ง B ของตัวอยู่กับที่ ทำให้ตัวเคลื่อนที่หมุนต่อไปอีก

รูปที่ 2.26 (ค) โวลทราจิสเตอร์ตำแหน่ง C จะตรวจจับสนามแม่เหล็กได้ และทรานซิสเตอร์ตำแหน่ง C จะปล่อยกระแสไฟผ่านเข้าขั้วที่ 3 ของตัวอยู่กับที่ ทำให้ตัวเคลื่อนที่หมุนต่อเนื่องไป

จุดเด่นของมอเตอร์ชนิดไม่มีแปรงสัผัส คือ ยังคงมีคุณสมบัติของมอเตอร์กระแสตรง สามารถปรับเปลี่ยนความเร็วรอบของการหมุนโดยใช้ความต่างศักย์ไฟฟ้า ดังนั้นจึงนิยมใช้เป็นตัวขับเคลื่อนของคอมพิวเตอร์ เครื่องเล่นวีซีดี และเครื่องเล่นซีดี เป็นต้น

5) สเตปมิ่งมอเตอร์ สเตปมิ่งมอเตอร์เป็นมอเตอร์ที่ใช้การปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าในขดลวดของตัวอยู่กับที่ให้เกิดสนามไฟฟ้าต่อกันไปเป็นลำดับ ก่อให้เกิดแรงดึงกับขั้วของตัวเคลื่อนที่ให้เกิดการหมุน ดังแสดงในรูปที่ 2.27 จะเกิดสนามไฟฟ้าตามลำดับจาก (ก) (ข) (ค) ทำให้เกิดแรงดึงระหว่างตำแหน่ง A กับขั้วที่ 2 และ

ตำแหน่ง C กับขั้วที่ 3 ทำให้ตัวเลื่อนที่หมุนเป็นมุมครึ่งละ 30 การปล่อยกระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านขดลวดของตัวเคลื่อนที่เป็นลำดับจะใช้วงจรพัลส์ จึงสามารถกำหนดการหมุนของตัวเคลื่อนที่ได้ตามจำนวนพัลส์ จำนวนรวมของพัลส์จะกำหนดมุมทั้งหมดที่หมุนไป ส่วนความถี่ของพัลส์จะใช้กำหนดความเร็วในการหมุน เนื่องจากสามารถควบคุมได้โดยใช้พัลส์ร่วมกับอุปกรณ์ดิจิทัลได้ง่าย สามารถบังคับมุมของการหมุน ความเร็ว ทิศทางการหมุน ไปและกลับ เคลื่อนที่หรือหยุดได้อย่างแม่นยำ รวดเร็ว ไม่จำเป็นต้องติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับความเร็วหรืออุปกรณ์ตรวจจับอื่น ๆ และไม่ใช้การป้อนกลับแบบที่ใช้ในเซอร์โวมอเตอร์ วงจรสำหรับควบคุมจึงง่าย ถ้าหากปล่อยกระแสไฟเข้าไปตลอดเวลาจะสามารถหยุดตัวเคลื่อนที่ไว้ ณ ตำแหน่งนั้นได้ [8]



รูปที่ 2.27 หลักการทำงานของสเตปปีงมอเตอร์ [11]

วิธีการเลือกขนาดมอเตอร์ การเลือกขนาดมอเตอร์ในเบื้องต้นต้องทำความเข้าใจก่อนว่า ต้องการคุณสมบัติใดของมอเตอร์เพื่อใช้ในเครื่องจักรกลที่กำลังออกแบบ เงื่อนไขที่สำคัญสำหรับการเลือกมอเตอร์ คือขนาดของภาระแรง เพื่อใช้ในการเลือกขนาดของมอเตอร์ และเงื่อนไขในการควบคุม เริ่มแรกจะต้องพิจารณาว่าต้องการกำลังขาออกของมอเตอร์เท่าใด ดังนั้นจึงต้องพิจารณาจากภาระแรงบิดในสภาพการทำงานปกติ และแรงบิดที่ใช้ในการเพิ่มหรือลดความเร็ว [11]

2.3.3 การออกแบบเพลลา จะอธิบายถึงการออกแบบและการวิเคราะห์เกี่ยวกับเพลลาในการพิจารณาถึงความเค้น และระยะโก่งที่เกิดขึ้นในเพลลา

- 1) การพิจารณาถึงการออกแบบเพลลา อาจจะมีชื่อเรียกแตกต่างกัน ตามลักษณะการใช้งานดังต่อไปนี้
 - เพลลา (Shaft) เป็นชิ้นส่วนหมุนและใช้ในการส่งกำลัง
 - แกน (Axle) เป็นชิ้นส่วนลักษณะเดียวกับเพลลาแต่ไม่หมุน แต่ส่วนมากเป็นตัวรองรับชิ้นส่วนที่หมุน เช่น ล้อ ล้อสายพาน เป็นต้น อย่างไรก็ตามทั้งเพลลาและแกนก็นิยมเรียกรวมกันว่าเพลลาไม่ว่าชิ้นส่วนนั้นจะหมุนหรืออยู่นิ่งก็ตาม

- สปินเดิล (Spindle) เป็นเพลานาตสันที่ไม่หมุน เช่น เพลาที่หัวแทนกลึง (Head Stock Spindle) เป็นต้น
- สตัมป์ชาฟต์ (Stub Shaft) บางครั้งเรียกว่า เฮดชาฟต์ (Head Shaft) เป็นเพลาที่ติดเป็นชิ้นส่วนต่อเนื่องกับเครื่องยนต์ มอเตอร์หรือเครื่องกำลังอื่น ๆ ที่มีขนาดรูปร่างและส่วนยื่นออกมาสำหรับใช้ต่อกับเพลานอื่น ๆ
- เพลาแนว (Line Shaft) หรือเพลาส่งกำลัง (Power Transmission Shaft) หรือเพลामาน (Main Shaft) เป็นเพลาซึ่งต่อกับเครื่องต้นกำลัง และใช้ในการส่งกำลังไปยังเครื่องจักรกลอื่น ๆ
- แจ็คชาฟต์ (Jack Shaft) หรือเคาน์เตอร์ชาฟต์ (Count Shaft) เป็นเพลานาตสันที่อยู่ระหว่างเครื่องต้นกำลังกับเพลामาน หรือเครื่องจักรกล
- เพลาอ่อน (Flexible Shaft) เป็นเพลาที่สามารถอ่อนตัวหรือโค้งได้ เพลาประเภทนี้ทำด้วยสายลวดใหญ่ (Cable) ลวดสปริง หรือลวดเกลียว (Wire Rope) ใช้ในการส่งกำลังในลักษณะที่แกนหมุนทำมุมกันได้ แต่ส่งกำลังได้น้อย

เพลาอาจจะรับแรงดึง แรงกด แรงบิด แรงดัด หรือแรงหลายอย่างรวมกันได้ ดังนั้นการคำนวณจึงต้องใช้ความเค้นผสมเข้าช่วย แรงเหล่านี้ยังอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงขนาดตลอดเวลา ทำให้เพลาเสียหายเพราะความล้าได้ ฉะนั้นจึงต้องออกแบบเพลาให้มีความแข็งแรงเพียงพอสำหรับการใช้งานในลักษณะนี้ นอกจากนั้นเพลายังต้องมีความแข็งเกร็ง (Rigidity) เพียงพอเพื่อลดมุมบิดภายในเพลาให้อยู่ในขีดจำกัดที่เหมาะสมระยะโก่ง (Deflection) ของเพลาก็เป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดขนาดของเพลาเช่นเดียวกัน เพราะถ้าเพลามีระยะเวลาโก่งมากก็จะเกิดการแกว่งขณะหมุนทำให้ความเร็ววิกฤต (Critical Speed) ของเพลาลดลง ซึ่งอาจทำให้เพลามีการสั่นอย่างรุนแรงในขณะที่ความเร็วของเพลาเข้าใกล้ความเร็ววิกฤตนี้ได้ ระยะโก่งนี้ยังมีผลต่อการเลือกชนิดของที่รองรับเพลา เช่น บอลแบร์ริง (Ball Bearing) ก็ต้องมีการเอียงแนว (Misalignment) ในการใช้งานที่เหมาะสมกับเพลาด้วย [9]

2) วัสดุเพลา วัสดุเพลาที่ใช้สำหรับทำเพลาทัวไป คือ เหล็กกล้าละมุน (Mild Steel) แต่ถ้าต้องการให้มีความเหนียว และมีความทนทานต่อแรงกระตุกเป็นพิเศษแล้วมักจะใช้เหล็กกล้าผสมโลหะชนิดอื่นทำเพลา เช่น AISI 1347 3140 4150 และ 4340 เป็นต้น เพลาที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตกว่า 90 มิลลิเมตร มักจะกลึงมาจากเหล็กกล้าคาร์บอนซึ่งผ่านการรีดร้อน อย่างไรก็ตามเพื่อให้เพลามีราคาถูกที่สุด ผู้ออกแบบควรพยายามเลือกใช้เหล็กกล้าคาร์บอนธรรมดา ก่อนที่จะเลือกใช้เหล็กกล้าชนิดอื่น

3) ขนาดของเพลา เพื่อให้เพลามีมาตรฐานเหมือนกัน องค์การมาตรฐานระหว่างประเทศจึงได้กำหนดขนาดมาตรฐานของเพลาซึ่งเป็นขนาดระบุ (Nominal Size) ใน ISO/R 775 – 1969 เอาไว้สำหรับผู้ออกแบบจะเลือกใช้ทั้งนี้เพื่อสามารถซื้อได้ทัวไป นอกจากนี้ยังเป็นขนาดที่สอดคล้องกับขนาดของแบร์ริงที่ใช้

รองรับเพลาด้วยขนาดระบุของเพลามาตรฐาน ISO/R 775 – 1969 ระบุดังนี้ 6 7 8 9 10 12 14 18 20 25 ...380 หน่วยเป็นมิลลิเมตร

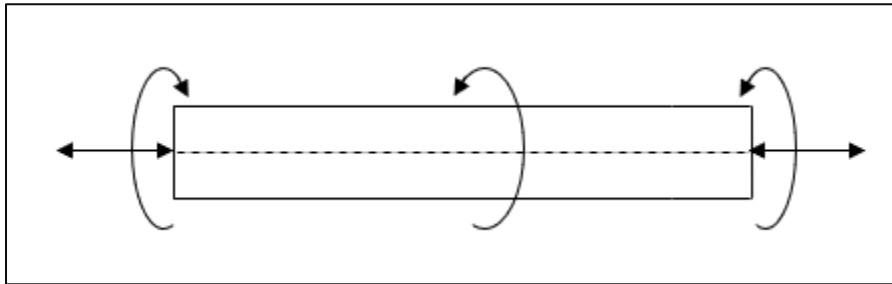
4) การพิจารณาในการออกแบบ การคำนวณหาขนาดของเพลาทีพอเหมาะขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน ในบางครั้งการหาขนาดเพลาทเพื่อให้เพลาทนต่อแรงที่มากกระทำอย่างเดียวนั้นไม่เป็นการเพียงพอ เช่น ในกรณีของเพลาลูกเบี้ยว (Cam Shaft) ในเครื่องยนต์สันดาปภายในต้องการให้มีตำแหน่งที่ยึดตรง ดังนั้นมุมบิดของเพลาทที่เกิดขึ้นในลักษณะใช้งานต้องมีค่าไม่มากกว่าที่กำหนดไว้ เป็นต้น นั่นคือ เพลาทจะต้องมีความแข็งแรงอยู่ภายในพิกัดที่ต้องการ ถ้ามุมบิดมากไปนอกจากจะเสียความที่ยึดตรงทางด้านตำแหน่งแล้ว ยังอาจจะก่อให้เกิดความสั่นสะเทือนซึ่งมีผลทำให้เฟืองและแบร็งที่รองรับเพลาทอยู่เกิดความเสียหายได้ง่ายขึ้น อาจจะให้มีมุมบิดได้ถึง 1 องศา ต่อความยาวเพลาท 20 เท่า ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพลาท ในกรณีของเพลาลูกเบี้ยวสำหรับ เครื่องยนต์สันดาปภายในแล้ว จะให้มีมุมบิดได้ไม่เกิน 0.5 องศา ตลอดความยาวของเพลาท

ความแข็งแรงที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งก็คือ ความแข็งแรงทางด้านระยะโคงเพราะจะต้องใช้ระยะโคงของเพลาทที่อยู่ภายใต้แรงภายนอกเป็นตัวยึดสำคัญ ในการกำหนดระยะเบียด (Clearance) ระหว่างล้อสายพาน เฟืองโครงของเครื่องจักร ตลอดจนการเลือกชนิดของแบร็งสำหรับรองรับเพลาทให้เหมาะสม การเลือกแบร็งมารองรับเพลาทก็เช่นกัน จำเป็นจะต้องเลือกแบร็งชนิดที่อนุญาตให้มีการเยื้องแบบธรรมดาหรือแบร็งแบบปรับแนวโน้มได้เอง (Self-Aligning Bearing) ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับค่าระยะโคงเป็นสำคัญ ระยะโคงดังที่กล่าวมานี้ก็ไม่มีมาตรฐานกำหนดเป็นแนวทางไว้โดยทั่วไปแล้วผู้ออกแบบอาจจะถือค่าต่อไปนี้เป็นแนวทางในการกำหนดความ แข็งแรงทางด้านระยะโคงได้ดังนี้ [8] คือ

- สำหรับเพลาทเครื่องจักรกลทั่วไป ค่าระยะโคงระหว่างจุดที่รองรับด้วยแบร็งควรจะไม่เกิน 0.08 มิลลิเมตรต่อเมตร
- สำหรับเพลาทที่มีเฟืองตรง คุณภาพที่อยู่ด้วย ระยะโคง ณ ตำแหน่งที่มีเฟืองขบกันไม่ควรเกิน 0.125 มิลลิเมตร และความลาดเอียงของเพลาท ณ ตำแหน่งนี้ควรจะไม่เกินกว่า 0.0286 องศา
- สำหรับเพลาทที่มีเฟืองดอกจอก คุณภาพที่ดีติดอยู่ ระยะโคง ณ ตำแหน่งที่มีเฟืองขบกันไม่ควรเกิน 0.075 มิลลิเมตร

จากเหตุผลดังที่กล่าวมาแล้ว จะเห็นว่าขนาดของเพลาทอาจจะหาได้โดยใช้ความแข็งแรงที่ต้องการแทนที่จะเป็นความแข็งแรงในการรับแรงภายนอกก็ได้ การหาระยะโคงของเพลาทที่มีขนาดเท่ากันตลอดอาจทำได้โดยใช้วิธีที่ได้เรียนรู้อยู่ในวิชากลศาสตร์วัสดุ เช่น วิธีการอินทิเกรตสองครั้ง (Double Integration) วิธีพื้นที่โมเมนต์ดัด (Moment Area) เป็นต้น สำหรับเพลาทที่มีขนาดไม่เท่ากันตลอด (Stepped Shaft) การใช้วิธีดังที่กล่าวมาแล้ว อาจจะล่าช้าและเสียเวลา โดยเฉพาะวิธีการอินทิเกรตสองครั้งเพราะต้องใช้สภาพของขอบเขต (Boundary Condition) ใหม่ทุกครั้งทีเพลาทเปลี่ยนขนาด วิธีที่นิยมใช้กัน คือ วิธี Graphical Integration และ Numerical Integration

5) การออกแบบเพลตามาโคัดของ ASME ก่อนปี พ.ศ. 2497 ได้มีการยอมรับวิธีการคำนวณหาขนาดของเพลาส่งกำลังซึ่งกำหนดเป็นรหัส (Code) โดยสมาคมวิศวกรเครื่องกลแห่งสหรัฐอเมริกา (ASME) ถึงแม้ว่าล่วงเลยมานานแล้วก็ตาม วิธีการออกแบบเพลตามาโคัดของ ASME ก็ยังมีความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน วิธีการดังกล่าวนี้ใช้ทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุดและไม่พิจารณาถึงความล้าหรือความเค้นหนาแน่นที่เกิดบนเพลลา ซึ่งเป็นการออกแบบโดยวิธีสถิตยศาสตร์ (Static Design Method) การหาสมการสำหรับออกแบบเพลลาให้พิจารณาเพลลา ดังแสดงในรูปที่ 2.28



รูปที่ 2.28 การพิจารณาเพลลา [8]

เพลลาเป็นแบบกลมตัน โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ d ความเค้นต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนเพลลามีดังต่อไปนี้ คือ

$$\text{สมการ 1} \quad \sigma_a = \frac{4F}{\pi d^2} \quad (2.1)$$

$$\text{สมการ 2} \quad \sigma_b = \frac{MC}{I} = \frac{32M}{\pi d^3} \quad (2.2)$$

$$\text{สมการ 3} \quad \tau_{xy} = \frac{Tr}{J} = \frac{16T}{\pi d^3} \quad (2.3)$$

$$\text{เมื่อ} \quad c = \frac{D}{2}$$

$$I = \frac{\pi d^4}{64}$$

$$r = \frac{d}{2}$$

ในกรณีที่เป็นเพลลาแบบกลมกลวง โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเท่ากับ D และภายในเท่ากับ d ตามลำดับ ความเค้นต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนเพลลามีดังต่อไปนี้ คือ

$$\text{ความเค้นดึง} \quad \sigma_a = \frac{4F}{\pi(D^2 - d^2)} \quad (2.4)$$

$$\text{ความเค้นดัด} \quad \sigma_b = \frac{MC}{I} = \frac{32MD}{\pi(D^4 - d^4)} \quad (2.5)$$

$$\text{ความเค้นเฉือน} \quad \tau_{xy} = \frac{Tr}{J} = \frac{16TD}{\pi(D^4 - d^4)} \quad (2.6)$$

ในกรณีที่เป็นแรงกดอาจมีผลจากการโก่งงอ (Buckling) ได้ดังนี้ สมการจะกลายเป็น

$$\text{เพลลาตัน} \quad \sigma_a = \frac{4\alpha F}{\pi d^2} \quad (2.7)$$

$$\text{เพลลา กลวง} \quad \sigma_a = \frac{4\alpha F}{\pi(D^2 - d^2)} \quad (2.8)$$

ค่าความเค้นเฉือนของเพลลาตันและเพลลา กลวงมีดังนี้คือ

$$\text{เพลลาตัน} \quad \tau = \frac{16T}{\pi d^3} \quad (2.9)$$

$$\text{เพลลา กลวง} \quad \tau = \frac{16TD}{\pi(D^4 - d^4)} \quad (2.10)$$

เมื่อ σ_a คือ ความเค้นดึงหรือกด (นิวตันต่อตารางเมตร)
 σ_b คือ ความเค้นดัด (นิวตันต่อตารางเมตร)
 τ_{xy} คือ ความเค้นเฉือน (นิวตันต่อตารางเมตร)

C	คือ ระยะจากแกนสะเทิน (N.A) ถึงผิวนอก (มิลลิเมตร)
D	คือ ความโตผ่านศูนย์กลางภายในของเพลลา (มิลลิเมตร)
r	คือ รัศมีของหน้าตัดวงกลม (มิลลิเมตร)
F	คือ แรงในแนวแกน (นิวตัน)
I	คือ โมเมนต์ความเฉื่อยของหน้าตัด (มิลลิเมตรกำลังสี่)
M	คือ โมเมนต์ดัดที่หน้าตัดวิกฤต (นิวตันเมตร)
T	คือ โมเมนต์บิด (นิวตันเมตร)
J	คือ โมเมนต์เฉื่อยเชิงมุมของพื้นที่หน้าตัด (เมตรกำลังสี่)
C_m	คือ ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการดัด
C_t	คือ ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการบิด

เพลลาส่วนมากจะอยู่ภายใต้ความเค้นที่เป็นวัฏจักรทั้งนี้ เพราะเพลลาหมุนอยู่ตลอดเวลา นอกจากนั้นแรงที่จะกระทำอาจเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาก็ได้ ดังนั้นเพลลาจึงเกิดความเสียหายเนื่องมาจากความล้าเป็นส่วนใหญ่ สำหรับวิธีการคำนวณของ ASME ใช้วิธีการแบบสถิติศาสตร์ ดังนั้นจึงต้องมีตัวประกอบความล้า (Fatigue Factor) มาเกี่ยวข้องด้วย ได้จากสมการ

$$\sigma_b = \frac{32C_m M}{\pi d^3} \quad (2.11)$$

$$\tau_{xy} = \frac{16C_t T}{\pi d^3} \quad (2.12)$$

ความเค้นกดหรือความเค้นดึงรวม คือ

$$\sigma = \sigma_a + \sigma_b \quad (2.13)$$

จากทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุด

$$\sigma_{\max} = \left[(\sigma/2)^2 - \tau_{xy}^2 \right]^{1/2} \quad (2.14)$$

ในกรณีเพลาดัน $K = d / D = 0$ การคำนวณหาขนาดความโตของเพล่า เมื่อแทนค่าก็จะได้สมการที่มีรูปคล้ายกับหนังสือกลศาสตร์วัสดุทั่วไป คือ

$$d^3 = \frac{5.1}{\tau_p} \left[(C_m M)^2 - (C_t T)^2 \right]^{1/2} \quad (2.15)$$

ในกรณีที่เป็นเพลากลางให้ $K = d / D$ ดังนั้นสูตรในการหาขนาดความโตของเพล่า คือ

$$d^3 = \frac{5.1}{\tau_p (1 - k^4)} \left[(C_m M)^2 - (C_t T)^2 \right]^{1/2} \quad (2.16)$$

นอกจากนี้โค้ดของ ASME ยังได้ระบุเอาไว้ว่า เพล่าซึ่งมีโซ่อยู่ในงานธรรมดาทั่วไปควรมีค่าความเค้นเฉือนใช้งานได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \tau_d &= 55 \text{ นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร สำหรับเพล่าที่ไม่มีร่องลิ้ม} \\ \tau_d &= 41 \text{ นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร สำหรับเพล่าที่มีร่องลิ้ม} \end{aligned}$$

แต่ถ้ากำหนดวัสดุของเพล่าที่บอกถึงหมายเลขของโลหะหรือส่วนผสมของโลหะให้ใช้ค่าความเค้นเฉือนใช้งาน โดยเลือกใช้น้อยมาคำนวณ คือ

$$\tau_p = 0.3 \sigma_y = 0.18 \sigma_u \quad (2.17)$$

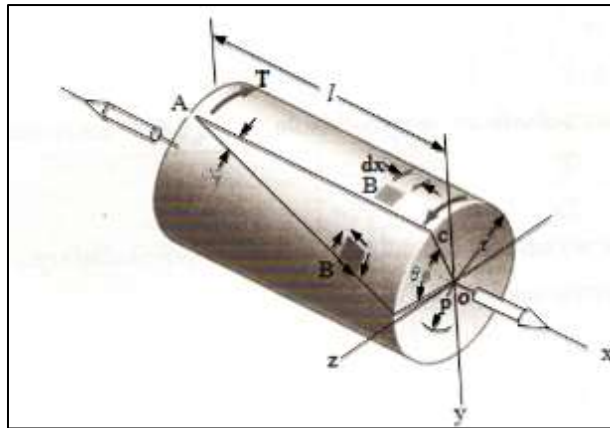
ถ้าเพล่ามีร่องลิ้มให้ลดค่าความเค้นเฉือนใช้งานโดยใช้เพียง 75 เปอร์เซ็นต์

ค่าตัวประกอบความล้า สามารถเลือกใช้ตามลักษณะของแรงที่มากระทำ ซึ่งหาได้จากตาราง 2.3

ตารางที่ 2.3 ค่าตัวประกอบความล้า [8]

ชนิดของแรง	C_m	C_t
เพลายู่ง : แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้า ๆ	1.0	1.0
แรงกระตุก	1.5 - 2.0	1.5 - 2.0
เพลาม้วน : แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้า ๆ	1.5	1.0
แรงกระตุกอย่างเบา	1.5 - 2.0	1.0 - 1.5
แรงกระตุกอย่างแรง	2.0 - 3.0	1.5 - 3.0

ความแข็งแรงด้านการบิดของเพล่า สำหรับเพล่าที่มีขนาดสม่ำเสมอุมบิดเป็นองศา ดังแสดงในรูปที่ 2.29



รูปที่ 2.29 ลักษณะเพล่าที่ถูกกระทำด้วยโมเมนต์บิด [8]

สำหรับการออกแบบเพล่าได้มีการกำหนดเกณฑ์สำหรับค่าของของมุมบิดไว้ดังนี้
เพล่าเครื่องกลทั่วไป ให้มีมุมบิดได้ไม่เกิน 0.27 องศา ต่อความยาว 1 เมตร เพล่าส่งกำลังทั่วไป ให้มีมุมบิดได้ไม่เกิน 1 องศา ต่อความยาว 300 มิลลิเมตร หรือความยาว 20 เท่า ของความโตเส้นผ่านศูนย์กลางเพล่า [9]

การตรวจสอบมุมบิดที่จะเกิดขึ้นของเพลาขณะใช้งานสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\theta = \frac{TL}{GJ} \quad (2.18)$$

เมื่อ θ คือ มุมบิด (องศา)
 G คือ ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของการเฉือน (นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร)
 L คือ ความยาวของเพลาที่ถูกบิด (เมตร)

สำหรับเพลาดัน

$$J = \frac{\pi d^4}{32} \quad (2.19)$$

ดังนั้นจึงหาค่ามุมบิดของเพลาดันเป็น องศา ได้จากสมการ

$$\theta = \frac{584TL}{Gd^4} \quad (2.20)$$

ถ้าเป็นเพลากลมกลวง

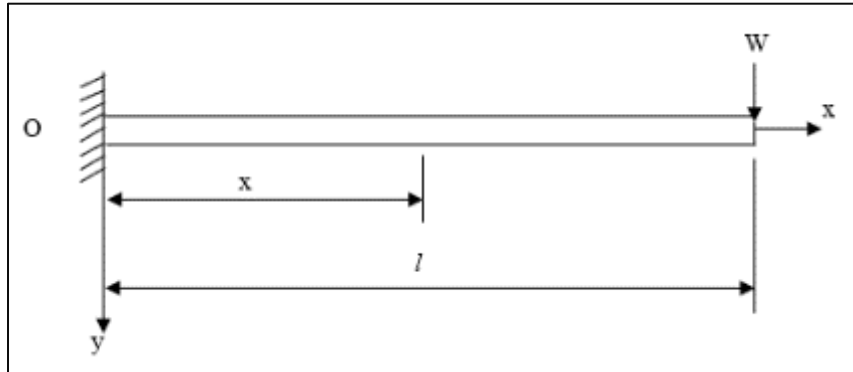
$$J = \frac{\pi}{32}(D^4 - d^4) \quad (2.21)$$

ดังนั้นจึงหาค่ามุมบิดของเพลากลวงเป็น องศา ได้จากสมการ

$$\theta = \frac{584TL}{(1 - k^4)Gd^4} \quad (2.22)$$

ฉะนั้นถ้าต้องการให้เพลามีความแข็งแรงแกร่งตามลักษณะการใช้งานแล้ว ก็ควรที่จะใช้สมการข้างบนนี้ ตรวจสอบดูมุมบิดให้อยู่ในค่าที่ต้องการ

7) การหาระยะโค้งของเพลลา ในการหาระยะโค้งที่ Cantilever มี Load W ที่ปลายอิสระ ดังแสดง
 ในรูปที่ 2.9 จะได้สมการดังนี้



รูปที่ 2.30 ระยะโค้งที่ Cantilever มี Load W ที่ปลายอิสระ [8]

จากรูปที่ 2.30 ให้ Origin O อยู่ที่ปลายซ้ายมือพิจารณาจากระยะแกน x จาก O ดังนี้

$$M = -W(l - x)$$

$$EI \frac{d^2 y}{dx^2} = -M = W(l - x)$$

$$\therefore EI \frac{dy}{dx} = W \left(lx - \frac{x^2}{2} \right) + A \quad (2.23)$$

เมื่อ $x = 0$, $\text{slop} \frac{dy}{dx} = 0$, ดังนั้น $A = 0$,

$$\therefore EI \frac{dy}{dx} = W \left(lx - \frac{x^2}{2} \right) \quad (2.24)$$

$$\therefore Ely = W \left(\frac{lx^2}{2} - \frac{x^3}{6} \right) + B \quad (2.25)$$

เมื่อ $x = 0, y = 0, \therefore B = 0,$

$$\therefore Ely = W \left(\frac{lx^2}{2} - \frac{x^3}{6} \right) \quad (2.26)$$

จากรูปที่ 2.9 Maximam Slope และ Maximum Deflection เกิดขึ้นที่ปลายอิสระเมื่อ $x = l,$ นั่นคือ

$\left(\frac{dy}{dx} \right)_{\max}$ (เขียนแทนด้วย θ_{\max})

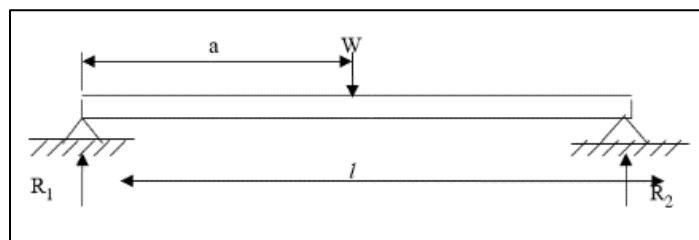
$$\theta_{\max} = \frac{Wl^2}{2EI} \quad (2.27)$$

$$Y_{\max} = \frac{Wl^3}{3EI} \quad (2.28)$$

เมื่อ

- Y คือ ระยะโค้งของเพลลา (มิลลิเมตร)
- A คือ ความยาวที่ตำแหน่งใด ๆ ของเพลลา (มิลลิเมตร)
- M คือ ค่าของโมเมนต์ดัด (นิวตันเมตร)
- E คือ ค่า Young's Modulus ของวัสดุ (จิกกะปาสคาล)
- I คือ ค่าโมเมนต์ความเฉื่อย (มิลลิเมตรกำลังสี่)
- W คือ แรง (นิวตัน)

8) การหาระยะโค้งของเพลลา ในการหาระยะโค้งที่ Simply Supported Beam with Concentrated Load ดังแสดงในรูปที่ 2.31 จะได้สมการดังนี้



รูปที่ 2.31 ระยะโค้งที่ Simply Supported Beam with Concentrated Load [8]

จากรูปที่ 2.31

$$R_1 = W \frac{l-a}{l}$$

$$R_2 = \frac{W a}{l}$$

$$M = R_1 x + W [x - a]$$

$$EI \frac{d^2 y}{dx^2} = -R_1 x + W [x - a]$$

$$\therefore EI \frac{dy}{dx} = -\frac{R_1 x^2}{6} + \frac{w}{2} [x - a]^2 + C \quad (2.29)$$

$$\therefore Ely = -\frac{R_1 x^3}{6} + \frac{w}{6} [x - a]^3 + Cx + C_1 \quad (2.30)$$

ตัด $[x - a]$ ที่เมื่อเป็นลบ (คือ $x < a$)

เมื่อ $x = 0, y = 0$, และตัด $[]$ ที่จะได้ $C_1 = 0$,

$$x = l, y = 0, \therefore 0 = -\frac{R_1 l^3}{6} + \frac{w}{6} (l - a)^3 + Cl \quad (2.31)$$

$$C = \frac{R_1 l^2}{6} + \frac{w}{6l} (l - a)^3$$

$$= \frac{w(l-a)}{6} + \frac{W}{6l} (l-a)^3$$

$$= \frac{Wa}{6l} (l-a)(2l-a)$$

$$\therefore Y = \frac{W_x}{6EI} \frac{l-a}{l} (2al - a^2 - x^2) + \frac{W}{6EI} [x-a]^3 \quad (2.32)$$

ซึ่งให้ค่า Deflection ตามจุดต่าง ๆ อย่าลืมตัดเทอมหลังทิ้งเมื่อเป็นลบ

$$\text{ที่ } x = a, Y_{UnderLoad} = \frac{Wa^2(l-a)^2}{33EI} \quad (2.33)$$

ถ้า W อยู่ตรงกลาง $a = \frac{l}{2}$ จะใช้สมการ ดังนี้

$$Y_{UnderLoad} = \frac{Wl^3}{48EI} \quad (2.34)$$

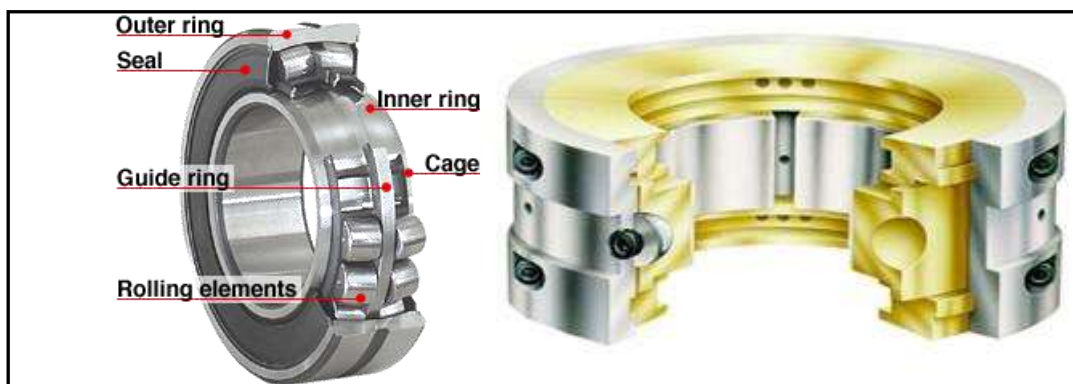
2.3.4 แบริ่งเป็นระบบรองรับที่จัดเป็นชิ้นส่วนทางกล สำหรับทำหน้าที่รองรับชิ้นส่วนที่มีการหมุนเคลื่อนที่ เพื่อให้เกิดการหมุนอย่างเที่ยงตรงอยู่ในทิศทางที่กำหนด และให้มีแรงเสียดทานน้อยที่สุด ตลอดจนทำหน้าที่รองรับหรือถ่ายถอดแรงที่กระทำ เช่น จากเพลลาหรือแกนเข้าสู่ตัวโครงเครื่องรูปแบบของระบบรองรับ แบ่งออกเป็นลักษณะหลัก ๆ ดังนี้ [8]

1) แบริ่งลูกกลิ้ง (Rolling Bearing) ลักษณะแบริ่งแบ่งออกเป็นเม็ดลูกกลิ้งรูปทรงต่าง ๆ เช่น เม็ดกลม เม็ดทรงกระบอก เม็ดรีเยว เม็ดโค้ง เป็นต้น เพื่อลดแรงเสียดทานให้น้อยลง ความเสียดทานที่เกิดขึ้นเป็นแบบ ความเสียดทานหมุน แบริ่งลูกกลิ้งเหมาะสำหรับรองรับโหลดไม่มากนัก ในช่วงเริ่มหมุนจะมีความฝืดน้อยถ้าใช้งานในความเร็วดำต่ำ อายุการใช้งานของแบริ่งลูกกลิ้งจะสูงขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.11 (ก)

2) แบริ่งปลอก (Journal Bearing) เป็นลักษณะปลอกกบฏสวมอัดเข้ากับตัวเรื้อน ความเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างผิวเพลลาและแบริ่งเป็นแบบ ความเสียดทานเลื่อน (Sliding Friction) ลักษณะสร้างเป็นปลอกรูปวงแหวนสวมเข้ากับตัวเรื้อน แบริ่งชนิดนี้มีรูปทรงที่ง่ายต่อการผลิต และหากมีการหล่อลื่นเพียงพอสามารถใช้งานที่ความเร็วรอบสูง ๆ ได้ดี โดยไม่จำกัดอายุการใช้งาน และจากพื้นที่สัมผัสจำนวนมากของ แบริ่งจะช่วยซึมซับแรงสั่นสะเทือนได้ดี ดังแสดงในรูปที่ 2.11 (ข) ขณะทำงานเสียงจึงเงียบเบา วัสดุทำแบริ่งปลอก ที่เหมาะสมควรมีคุณสมบัติดังนี้

- มีคุณสมบัติลื่นตัวดี การสูญเสียแรงเสียดทานมีค่าน้อย
- ทนทานต่อการสึกหรอ ถึงแม้จะมีการหมุนใช้งานเป็นระยะเวลาานาน ๆ

- มีความแข็งแรงสูงและเพียงพอต่อการรับแรงกด
- ต้านทานต่อการกัดกร่อน หากมีการสัมผัสกับสารหล่อลื่นชนิดต่าง ๆ
- เป็นตัวนำความร้อนได้ดี เพื่อระบายความร้อนที่เกิดจากแรงเสียดทานได้อย่างรวดเร็ว
- เนื้อวัสดุอ่อน เพื่อยอมให้เศษผงหรือเศษโลหะที่มากับน้ำมันหล่อลื่น สามารถแทรกตัวลงไปได้ เพื่อมิให้เป็นอันตรายต่อผิวของเพลลา [8]



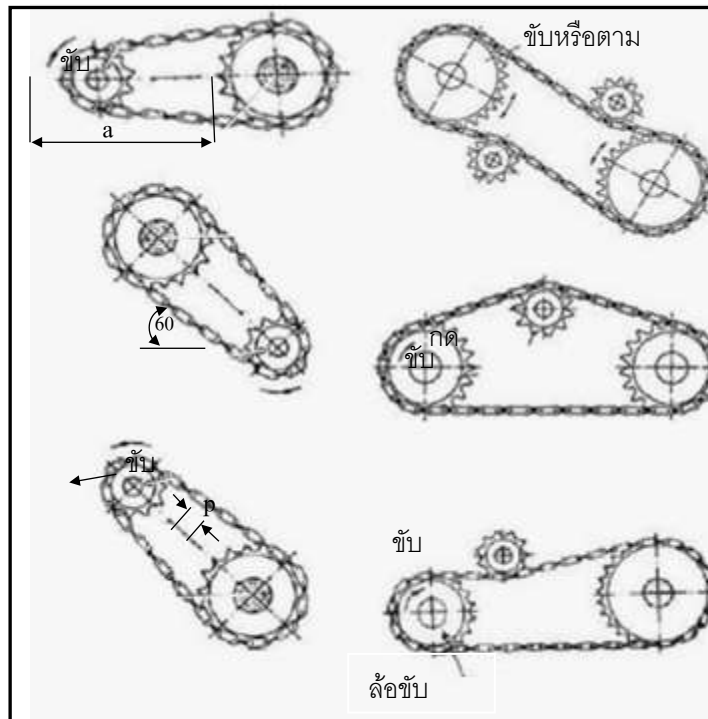
(ก) แบริ่งลูกกลิ้ง (Rolling Bearing) (ข) แบริ่งปลอก (Journal Bearing)

รูปที่ 2.32 รูปแบบของระบบรองลื่น [8]

2.3.5 โช้ส่งกำลังและเฟือง โช้สามารถส่งกำลังให้ได้โมเมนต์บิด หมุนสูงมากโดยที่ให้เป็นชุดส่งกำลังมีขนาดเล็กได้เป็นลักษณะการส่งกำลังด้วยรูปร่างและร่องเพลลาจะรับภาระน้อยมาก ไม่มีการสิ้นเปลืองในขณะส่งกำลังข้อต่อโช้จะรับภาระความเสียดทานลื่น (Sliding Friction) จึงต้องมีการหล่อลื่นที่เพียงพอโช้กำลังจะมีใช้งานในที่รับภาระตึงมาก ๆ ในที่รับอุณหภูมิต่ำ โรงงานเคมี ใต้น้ำ ความชื้นเป็นที่ซึ่งสายพานไม่สามารถนำไปใช้งานได้

1) ปฏิกริยาจากหลายเหลี่ยม โช้จะร้อยอยู่บนเฟืองโช้เป็นรูปหลายเหลี่ยม โช้ที่สวมอยู่ทุกจุดของข้อต่อโช้จะมีการเบี่ยงเบนของระยะแขนข้อต่อโช้ นั่นคือ ทุกจุดที่ข้อต่อโช้หมุนไป ดังแสดงในรูปที่ 2.33 แรงตามแนววงกลมพิตซ์ของเฟืองโช้ระหว่างระยะรัศมี r_{min} และ r_{max} จะทำให้เกิดความเร็วรอบเป็น v_{min} และ v_{max} ด้วยเช่นกัน ปฏิกริยาจากหลายเหลี่ยมนี้จะเกิดมากยิ่งขึ้นหากระยะพิตซ์ของเฟืองโช้โตมากขึ้นหรือมีจำนวนฟันของเฟืองโช้ลดลง ผลของปฏิกริยาจากหลายเหลี่ยมก็คือ จะทำให้โช้ เกิดอาการสั่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ความเร็วสูง แต่การประกบตรึงโช้ หรือวางเลื่อนจะช่วยระงับการสั่นนี้ได้

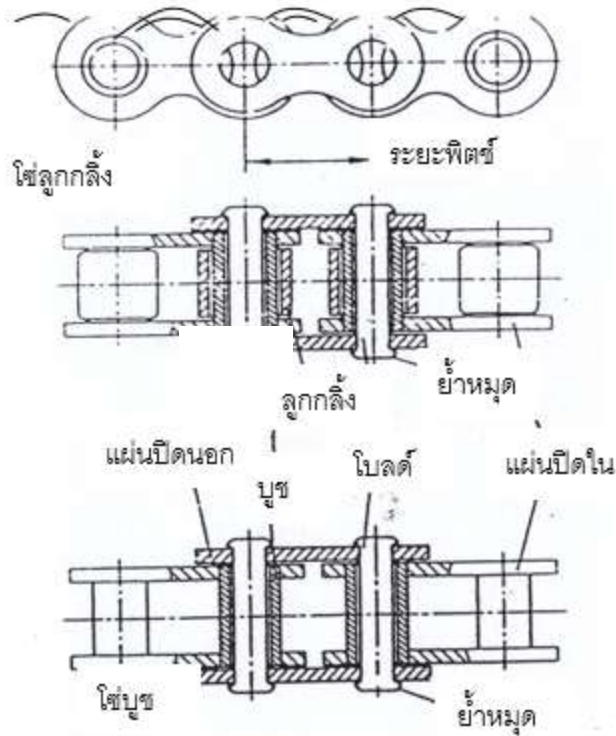
นอกจากนี้อุปกรณ์ตรึงโช้ยังใช้ทำหน้าที่ช่วยให้เกิดการสมดุลในระหว่างทำงานไปนาน ๆ แต่จะทำให้เกิดการสึกหรอหรือเกิดการยึดของโช้ได้ [14]



รูปที่ 2.33 ลักษณะการจัดรูปโซ่ [14]

2) ชนิดของโซ่ ตามประเภทการใช้งานของโซ่จะนำโซ่มาใช้ส่งกำลัง ลำเลียง ไข้ขับ ไข้ยกของและส่งน้ำหนักลงข้างล่าง ส่งถ่ายแรงและโมเมนต์บิด แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงลักษณะโซ่ขับซึ่งมีรูปร่างดังนี้

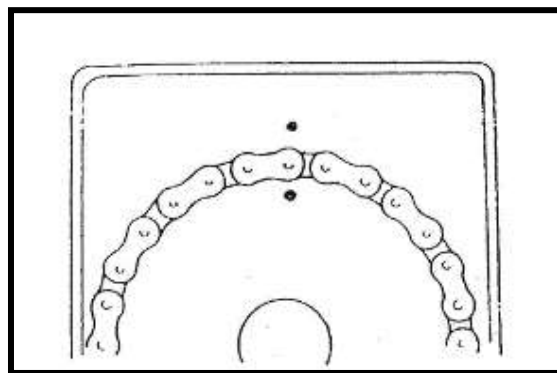
- โซ่ลูกกลิ้งและโซ่บูช โซ่ลูกกลิ้งและโซ่บูช ดังแสดงในรูปที่ 2.13 โซ่ลูกกลิ้งที่มีใช้งานส่วนใหญ่จะมีลูกกลิ้งที่ชุบแข็งเรียบร้อย หมุนได้อยู่ในบูช ลูกกลิ้งนี้จะช่วยลดความเสียดทานและการสึกหรอของด้านข้างของเฟืองโซ่ในขณะที่ล๊อเฟืองขับโซ่ และมีเสียงดังน้อยเมื่อความเร็วใช้สูงในการใช้งานให้รับโมเมนต์หมุนมาก ๆ จะใช้โซ่ลูกกลิ้งและโซ่บูชแบบชุดหลายเส้น โซ่ลูกกลิ้งตามมาตรฐานจะนำมาใช้งานได้ถึงความเร็ว 30 เมตรต่อวินาที ในการส่งกำลังในรถยนต์ในเครื่องมือกลและโซ่ลำเลียง โดยปกติโซ่บูชจะทนการสึกหรอมากกว่าโซ่โบลต์ บูชหมุนได้ ส่วนโบลต์จะยึดแน่นกับแผ่นปิดนอก แผ่นปิดส่วนใหญ่จะทำจาก St 60 ส่วนโบลต์จะทำจากเหล็กกล้าอาบคาร์บอน C15



รูปที่ 2.34 ลักษณะของโซ่ลูกกลิ้งและโซ่บุช [14]

3) การบำรุงรักษาโซ่ การถอดโซ่ก่อนจะถอดโซ่ให้กระทำดังนี้

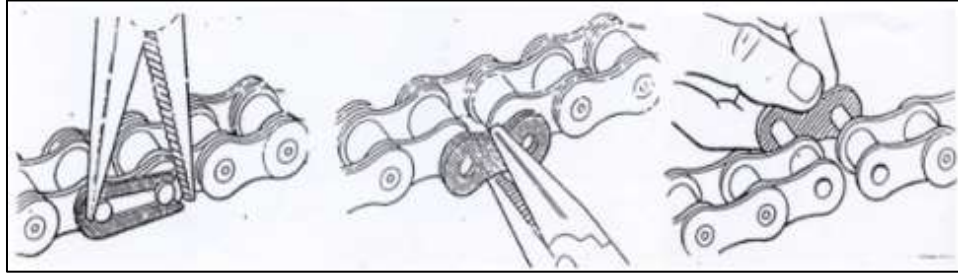
- ให้ดูค่าเตือนเกี่ยวกับความปลอดภัย
- ตรวจสอบว่าโซ่จับเข้ากับฟันแต่ละฟันแน่นตึงหรือไม่ หากจำเป็นให้ทำจุดหมายบนล้อโซ่เพื่อการตรวจสอบได้ง่ายขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.35
- คลายชุดปรับตึงโซ่ให้โซ่หย่อนเต็มที่



รูปที่ 2.35 การทำจุดหมายบนล้อโซ่

- การถอดสปริงล๊อคโซ่ (Spring Clip Join) ดังแสดงในรูปที่ 2.36 ประกอบ

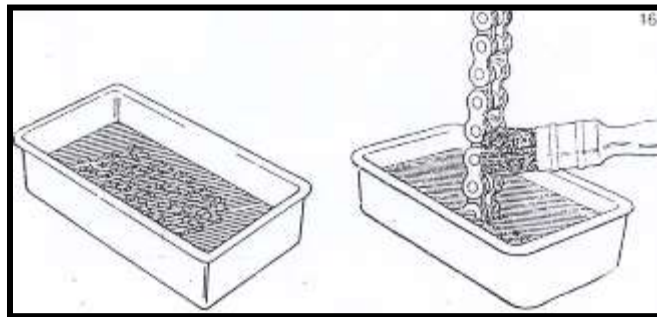
ใช้คีมปากเรียวบีบตันปลายเปิดของแผ่นสปริงล๊อค ดังแสดงในรูปที่ 2.36 (ก) ใช้คีมปากเรียวจับถอดแผ่นเปิดนอกรอกออกจากข้อต่อโซ่ ดังแสดงในรูปที่ 2.36 (ข) ดึงข้อต่อโซ่เหล็สด้านซ้ายมือ ออกจากกรูข้อต่อ ในขณะที่เดียวกันระวังอย่าให้โซ่บิดงอ ดังแสดงในรูปที่ 2.36 (ค) [14]



(ก) การถอดสปริงล๊อค (ข) โซ่ออกการถอดแผ่นเปิดนอกรอก (ค) การถอดข้อต่อโซ่ออก
รูปที่ 2.36 ลักษณะการถอดข้อต่อโซ่ [14]

- การล้างโซ่ด้วยน้ำมัน ดังแสดงในรูปที่ 2.37 ประกอบ

ถอดโซ่ออกจากล้อโซ่ เขย่าโซ่ในอ่างน้ำมันล้างทำความสะอาดและแช่ทิ้งไว้ ดังแสดงในรูปที่ 2.37 (ก) จับโซ่ขึ้นในแนวตั้งแล้วใช้แปรงแข็งจุ่มน้ำมันปัดถูตามข้อต่อโซ่ไปมารอบโซ่ ดังแสดงในรูปที่ 2.37 (ข) ล้างโซ่อีกครั้งหนึ่งในน้ำมันทำความสะอาด [14]



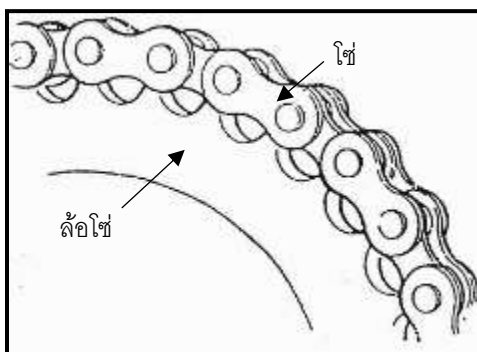
(ก) การทำความสะอาดและแช่ทิ้งไว้ (ข) การจุ่มน้ำมันปัดถูตามข้อต่อ

รูปที่ 2.37 ลักษณะการทำความสะอาดโซ่ [14]

- การหล่อลื่นโซ่ ก่อนการหล่อลื่นโซ่ให้กระทำดังนี้

เช็คว่าโซ่ได้ทำความสะอาดโดยตลอดหรือไม่ เชี่ยวโซ่ในอ่างน้ำมันหล่อลื่นแล้วแช่ไว้ในอ่างน้ำมันหล่อลื่นหลาย ๆ ชั่วโมงถ้าเป็นไปได้ให้ความร้อนแก่น้ำมันหล่อลื่นเพื่อที่น้ำมันหล่อลื่นจะได้ไหลซึมเข้าไปในข้อต่อโซ่อย่างยิ่งขึ้น

4) การสึกหรอของโซ่และล้อโซ่ โซ่หรือล้อโซ่ที่สึกหรอจะเป็นสาเหตุให้โซ่ติดตัวออกห่างจากล้อโซ่ ดังแสดงในรูปที่ 2.38 หรือโซ่อาจจะกระโดดออกจากล้อโซ่ทำให้เครื่องจักรกลเสียหายและต้องหยุดการทำงาน ด้วยเหตุนี้จะต้องตรวจสอบการสึกหรอของโซ่และล้อโซ่บ่อย ๆ [11]

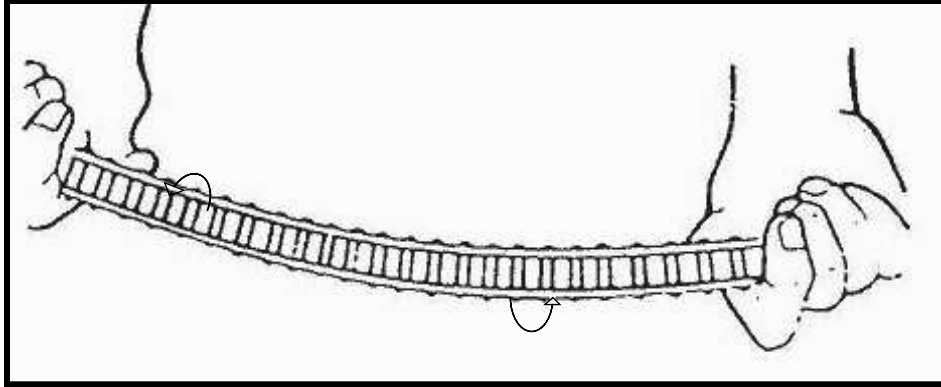


รูปที่ 2.38 สภาพล้อโซ่และโซ่ที่สึกหรอ [14]

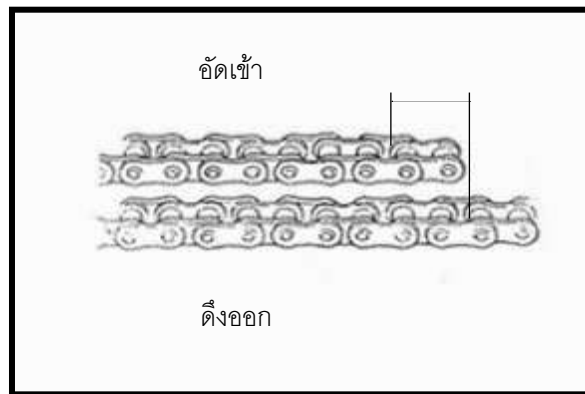
การตรวจสอบการสึกหรอของโซ่ โซ่ที่สึกหรอไม่เท่ากัน จะทำการตรวจสอบการสึกหรอด้วยการวัดความยาวที่สึกหรอ หากมีส่วนที่สึกหรอให้เปลี่ยนโซ่ใหม่ทั้งเส้น ก่อนจะทำการตรวจสอบการสึกหรอจะต้องทำความสะอาดโซ่เสียก่อน

- การตรวจสอบด้วยการตัด ให้จับโซ่มาตัดทางด้านข้างด้วยมือ หากเกิดการตัดโค้ง แสดงว่าเกิดการสึกหรอของโซ่ ดังแสดงในรูปที่ 2.39
- การตรวจสอบด้วยการดึงออกให้ตึง เป็นการวัดการสึกหรอของโซ่ด้วยการดึงออกให้ตึงและอัดโซ่เข้าหากันด้วยมือ เพื่อให้ความยาวที่แตกต่างกัน ความยาวที่ต่างกันนี้แสดงให้เห็นถึงการสึกหรอของโซ่ ดังแสดงในรูปที่ 2.40

หมายเหตุ : การตรวจสอบนี้ใช้ตรวจสอบเฉพาะกับโซ่แบบธรรมดาเท่านั้น



รูปที่ 2.39 การทดสอบการสีกหรือด้วยการดัดงอ [14]



รูปที่ 2.40 การทดสอบการสีกหรือของไข่ด้วยการดึงอัดเข้าหากัน [14]

การสีกหรือของลื้อไข่ การตรวจสอบการสีกหรือของลื้อไข่ ดังแสดงในรูปที่ 2.38 ฟันที่สีกหรือและรับภาระงานมากจะเกิดการเย็น ดังแสดงในรูปที่ 2.41 (ก) ส่วนฟันลื้อไข่ที่สีกหรือจากการใช้งานไปนาน ๆ ปลายฟันลื้อไข่จะแหลม ดังแสดงในรูปที่ 2.41 (ข)

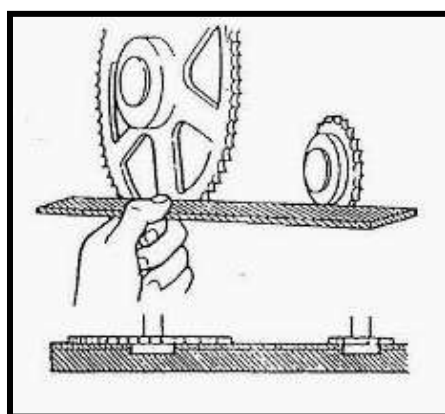


(ก) การสึกหกร่อนของล้อยี่

(ข) สึกหกร่อนจากการใช้งาน

รูปที่ 2.41 การตรวจสอบดูฟันล้อยี่ [14]

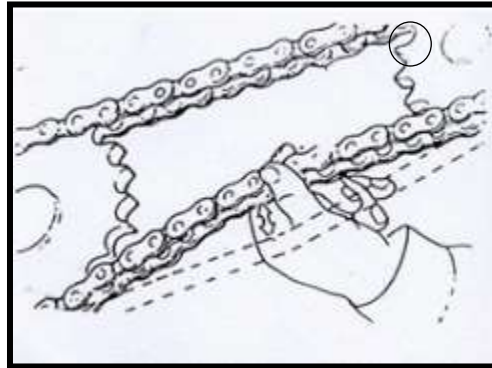
5) การปรับให้ล้อยี่เป็นแนวเส้นตรงเดียวกัน (Chain Sprocket Alignment) ล้อยี่จะต้องปรับให้เป็นแนวเส้นตรงเดียวกันอย่างถูกต้อง จึงจะทำให้โซ่สึกหรอน้อยที่สุด ขณะเดียวกันยังเป็นการป้องกันการกระโดดของออกจากล้อยี่อีกด้วย การปรับล้อยี่ให้เป็นแนวเส้นตรงเดียวกันจะต้องกระทำก่อนการปรับโซ่ให้ตึงเสมอ โดยการใช้บรรทัดเหล็กวางแนบระหว่างผิวหน้าล้อยี่ทั้งสองแล้วปรับล้อยี่ทั้งสองให้ผิวแนบสนิทกับขอบบรรทัด ดังแสดงในรูปที่ 2.42



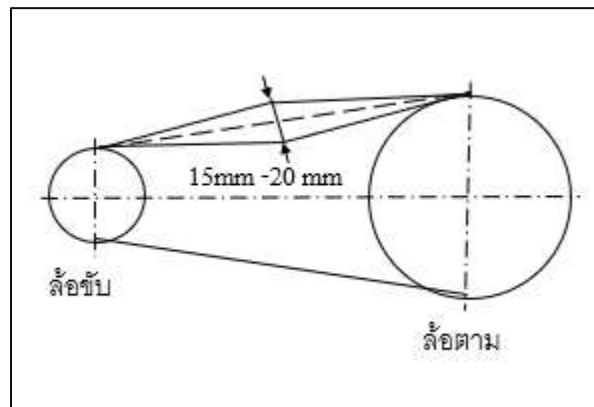
รูปที่ 2.42 การตรวจสอบแนวเส้นตรงเดียวกันของล้อยี่ 2 ล้อยี่ [14]

6) การตึงโซ่ (Chain Tension) โซ่ที่ใช้งานไปจะเกิดการสึกหกร่อนซึ่งจะทำให้โซ่หย่อน ด้วยเหตุนี้จะต้องตรวจสอบและปรับการวัดความหย่อนของโซ่ (Deflection)

- ใช้มือจับโซ่ช่วงกึ่งกลาง จากนั้น ให้อันโซ่ลงข้างล่างและดึงขึ้นข้างบน โดยสังเกตด้วยว่ามีระยะหย่อนเท่าใด ดังแสดงในรูปที่ 2.43
- หากหย่อนมากให้ปรับโซ่ให้ได้ระยะหย่อนประมาณ 15 ถึง 20 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 2.44



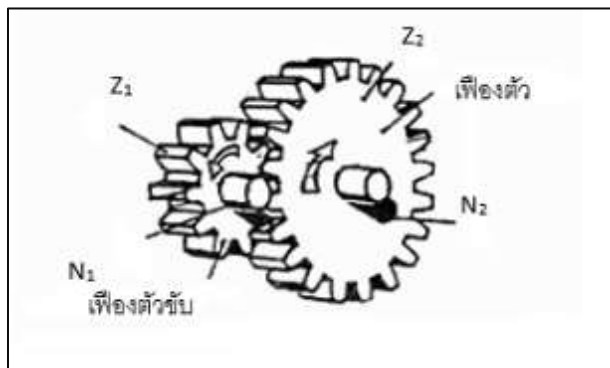
รูปที่ 2.43 การเช็คความตึงและหย่อนของโซ่ [14]



รูปที่ 2.44 ระยะความตึงและหย่อนของโซ่ [14]

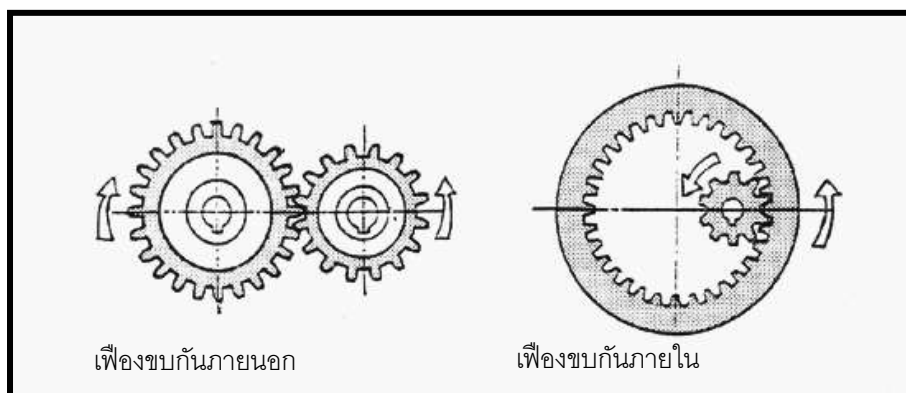
2.3.6 เฟือง การถ่ายทอดการหมุนจากต้นกำลังนั้น ทำได้หลายวิธี เช่น ด้วยการใช้สายพาน โซ่ ล้อความฝืด เป็นต้น ล้อความฝืดก็คือ ล้อสองล้อที่ถูกกดให้ติดกัน เมื่อล้อหนึ่งหมุน หรือเป็นล้อขับก็จะทำให้อีกล้อหนึ่งหมุนตาม เพราะผิวหน้าของล้อทั้งสองเกิดความฝืด เนื่องจากการสัมผัส แต่ถ้าหากมีภาระมาก ๆ เช่น มีการส่งกำลังสูง ๆ จะทำให้เกิดการลื่นไถล การส่งกำลังจึงไม่แม่นยำ เพื่อที่จะแก้ไขข้อเสียเหล่านี้จึงได้มีการนำเอาฟันเฟืองมาติดไว้ที่ผิวของล้อโดยรอบล้อ จึงมีลักษณะเป็นล้อฟันเฟือง ซึ่งต่อ ๆ มาเราจึงเรียกว่า เฟือง ซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่สามารถส่ง

กำลังหรือถ่ายทอดการหมุนได้แม่นยำเที่ยงตรง และไม่มีการสั่นไถล การส่งกำลังจากเฟืองตัวขับไปยังเฟืองตัวตามนั้น ต้องมีการขบกันของเฟือง ส่วนอัตราเร็วของเฟืองจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงนั้นขึ้นอยู่กับจำนวนฟันเฟืองของเฟือง ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง และการเคลื่อนที่ของเฟืองตัวขับ จะเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่สวนกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.45



รูปที่ 2.45 การหมุนของฟันเฟือง [15]

เมื่อเฟืองตัวขับเคลื่อนที่ไปหนึ่งฟัน ฟันของเฟืองตัวก็จะขับให้เฟืองตัวตามเคลื่อนที่ไปหนึ่งฟันด้วยและการขบกันของเฟืองอาจขบกันภายนอกหรือภายในก็ได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.46



รูปที่ 2.46 ลักษณะเฟืองขบกันภายนอกและขบกันภายใน [15]

1) ชนิดของเฟือง เฟืองเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการส่งกำลังในระยะสั้น เป็นอุปกรณ์ที่มีความแข็งแรงสูง และมีความปลอดภัย เฟืองที่ใช้เป็นส่วนเครื่องจักรกลมีหลายชนิดแต่ชนิดจะทำหน้าที่ส่งกำลังให้กับชิ้นส่วนอื่น ๆ ของเครื่องจักรกลต่อไป ชนิดของเฟืองมีดังนี้ [15]

- เฟืองตรง (Spur Gear) เป็นเฟืองที่มีฟันขนานกับแกนหมุนและใช้ในการส่งกำลังการหมุนจากเพลาหนึ่งไปยังอีกเพลาหนึ่ง ดังแสดงในรูปที่ 2.47



รูปที่ 2.47 ลักษณะของเฟืองตรง [15]

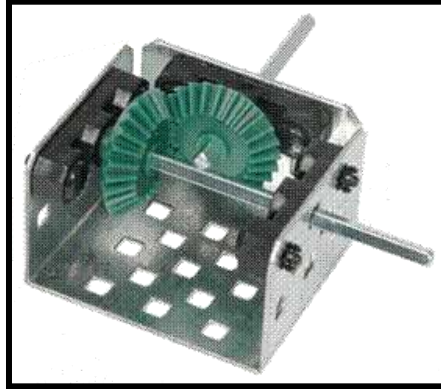
- เฟืองเฉียง (Helical Gear) เป็นเฟืองส่งกำลังที่มีฟันเฉียงทำมุมกับแกนหมุนมีลักษณะคล้ายเฟืองฟันตรง แต่มีเสียงที่เกิดจากการทำงานเบากว่าเฟืองฟันตรง นอกจากนั้นเฟืองเฉียงยังใช้ในการส่งกำลังให้กับเพลาที่ไม่ขนานกันได้อีกด้วย ดังแสดงในรูปที่ 2.48



รูปที่ 2.48 ลักษณะของเฟืองเฉียง [15]

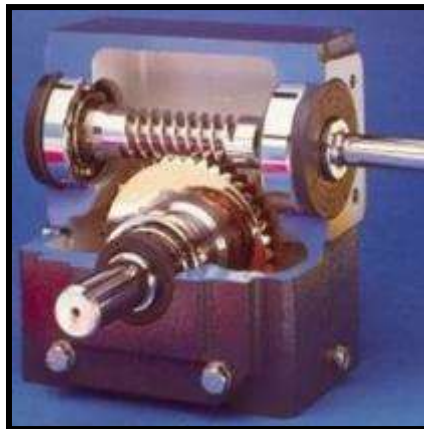
- เฟืองดอกจอก (Bevel Gear) เป็นเฟืองที่มีการตัดฟันเฟือง ใช้สำหรับส่งกำลังจากเพลาหนึ่งไปยังอีกเพลาหนึ่งที่ตัดกันมุมระหว่างเพลาทั้งสองเป็นมุมระหว่างเส้นศูนย์กลางร่วมที่ตัดกัน ของฟันเฟือง มุมระหว่างเพลาประมาณ 90 องศา แต่ในหลาย ๆ การใช้งานของเฟืองชนิดนี้

อาจจะต้องการมุมระหว่างเพลามีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่ามุม 90 องศา ก็ได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.49



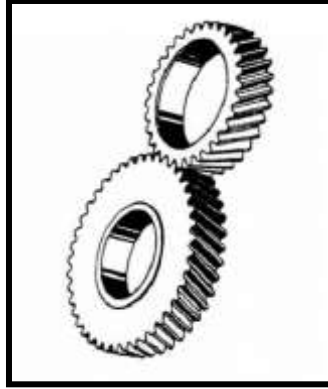
รูปที่ 2.49 ลักษณะของเฟืองดอกจอก [15]

- เฟืองตัวหนอน (Worm Gear) ประกอบด้วยเกลียวตัวหนอน (Worm) และเฟืองตัวหนอนประกอบเป็นชุดกัน ใช้ส่งกำลังที่แกนเพลาคู่ที่ตั้งฉากกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.50



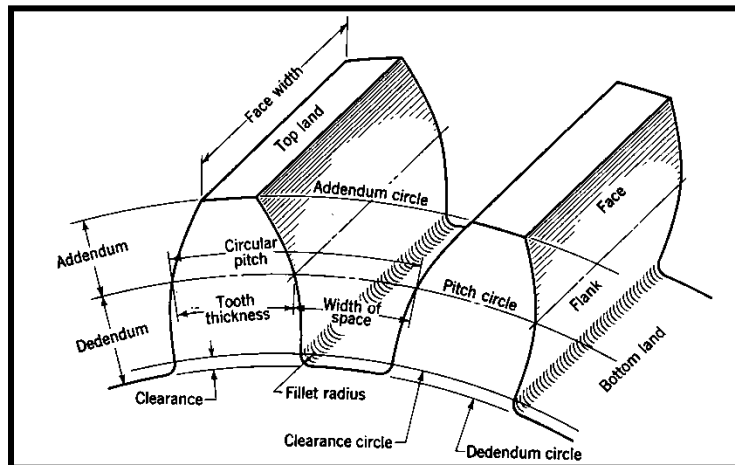
รูปที่ 2.50 ลักษณะของเฟืองหนอน [15]

- หน้าที่ใช้การใช้งานเฟืองเฉียง เฟืองเฉียงมีหน้าที่ใช้การใช้งานเหมือนกับเฟืองตรงทุกอย่าง แต่มีข้อดีกว่าเฟืองตรงที่เมื่อส่งกำลังด้วยความเร็วรอบสูง ๆ แล้วจะไม่เกิดเสียงเหมือนเฟืองตรงลักษณะการใช้งานของเฟืองเฉียง ดังแสดงในรูปที่ 2.51



รูปที่ 2.51 ลักษณะการใช้งานของเฟืองเฉียง [15]

3) การคำนวณของเฟืองตรง ขนาดของวงกลมที่ใช้ในการคำนวณ วงกลมพิตช์ของเฟืองขับและตาม จะมีการสัมพันธ์กันตลอดเวลา ดังแสดงรูปที่ 2.52



รูปที่ 2.52 ชื่อส่วนต่าง ๆ ของฟันเฟือง [15]

$$d_p = m \times z \quad (2.35)$$

$$d_o = m \times (z + 2) \quad (2.36)$$

$$z = \frac{d_p}{m} \quad (2.37)$$

$$h = (2 \times m) + c \quad (2.38)$$

$$h_a = m \quad (2.39)$$

$$h_f = m + c \quad (2.40)$$

$$b = (6...12) \times m \quad (2.41)$$

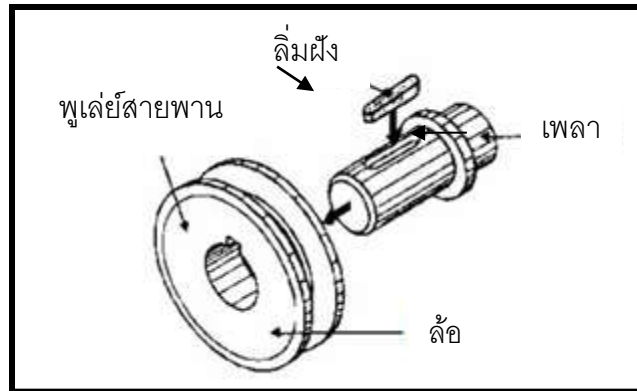
เมื่อ	d_p	คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ (มิลลิเมตร)
	d_o	คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางยอดฟัน (มิลลิเมตร)
	z	คือ จำนวนฟัน (ฟัน)
	m	คือ โมดูล (มิลลิเมตร)
	h	คือ ความสูงฟัน (มิลลิเมตร)
	h_a	คือ ความสูงยอดฟัน (มิลลิเมตร)
	h_f	คือ ความสูงโคนฟัน (มิลลิเมตร)
	b	คือ ความกว้างเฟือง (มิลลิเมตร)

หมายเหตุ จากตารางงานโลหะใช้ค่า $C = \frac{1}{6}$ [20]

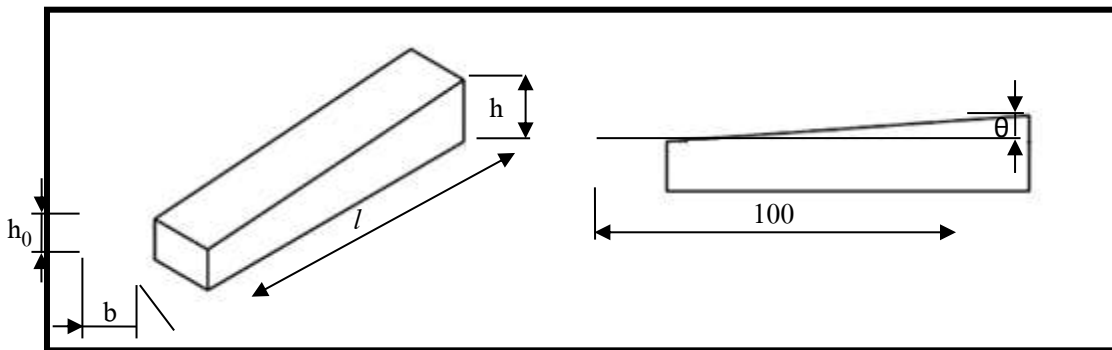
2.3.7 ลิ้มเป็นเครื่องมือกลพื้นฐาน โดยหลักการคือการใช้ฟันเอียงในการแยกของสองสิ่งออกจากกัน การให้แรงในแนวตั้งฉากกับส่วนหัว จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแรงตั้งฉากไปแนวแรงในแนวตั้งฉากกับฟันเอียง

1) ประเภทของลิ้ม ลิ้มที่ใช้ประกอบระหว่างเพลากับชิ้นส่วนอื่นไม่ว่าจะเป็นเฟือง พลูเลย์หรือล้อสายพานต่าง ๆ ลิ้มมีหลายประเภทขึ้นอยู่กับการใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 2.52

- ลิ้มส่งกำลัง ลิ้มประเภทนี้มีหน้าที่ส่งกำลังระหว่างล้อกับเพลานในเครื่องจักรกลใหญ่ ๆ ที่ใช้ล้อสายพาน ใช้เฟือง ใช้คลัตช์ หรือเครื่องจักรกลเกษตรก็ใช้ลิ้มส่งกำลัง ลิ้มชนิดนี้ถอดประกอบได้ง่าย ลิ้มส่งกำลังจะมีความลาด 1 ต่อ 100 หมายความว่า ความยาวทั้งหมดของลิ้ม 100 มิลลิเมตร ความสูงของลิ้มจะลดลง 1 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 2.53



รูปที่ 2.53 ส่วนประกอบที่ใช้คู่กับลิ้ม [14]

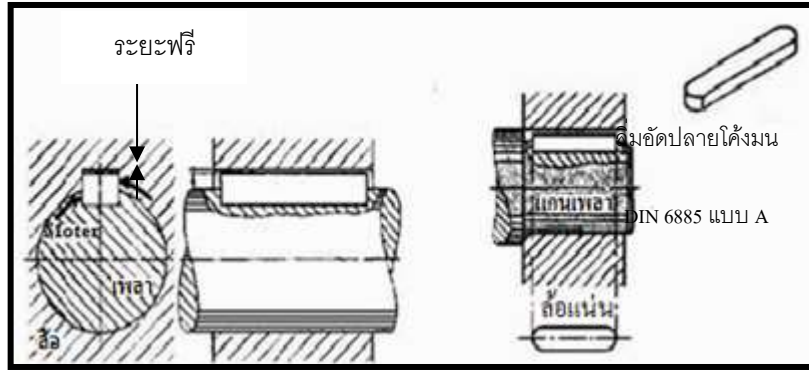


(ก) การกำหนดขนาดของลิ้ม

(ข) ความยาวของอัตราลาด 1 : 100

รูปที่ 2.54 การกำหนดขนาดของลิ้มส่งกำลัง [14]

• ลิ้มอัด ลิ้มประเภทนี้ไม่มีความลาดตามแนวยาวจะขนานตามแนวยาวตลอดลำตัว ดังนั้นแรงที่ขับเคลื่อนหรือเพลาให้หมุนนั้นจะกระทำผ่านผิวด้านของลิ้ม ผิวด้านข้างของลิ้มจะรับภาระเฉือน แต่ข้อดีคือระหว่างล้อกับเพลาจะไม่มีแรงเสียดทาน ลิ้มประเภทนี้เหมาะสำหรับเพลาที่หมุน ดังแสดงในรูปที่ 2.54



รูปที่ 2.55 ลักษณะการใช้งานของลิมอัดปลายมนโค้ง [14]

- ลิมราบ เป็นลิมส่งกำลังตามมาตรฐานของ DIN 6883 มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ก่อนประกอบยึดต้องกัดหรือไสให้ผิวเพลลาพอที่จะให้ลิมประกอบได้ ประหยัดค่าใช้จ่ายในการผลิต และลิมราบนี้มีผลต่อความแข็งแรงของเพลลาน้อยรับแรงโมเมนต์ได้น้อยกว่าลิม

2) การคำนวณเกี่ยวกับลิม ขนาดความกว้างของลิมสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยทั่วไปจะเท่ากับ หนึ่งในสี่ของความโตเพลลา การออกแบบถ้าไม่รวมความหนาแน่นแล้ว จะได้สมการความสัมพันธ์ของความแข็งแรงของลิมและเพลลา คือ

$$\frac{bdS_s}{2} = \frac{\pi d^3 S_s}{16} \quad (2.55)$$

$$b = \frac{d}{4} \quad (2.56)$$

$$l = 1.57 d \quad (2.57)$$

เมื่อ	d	คือ เป็นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลลา (มิลลิเมตร)
	b	คือ ความกว้างของลิม (มิลลิเมตร)
	l	คือ ความยาวของลิม (มิลลิเมตร)
	S _s	คือ ค่ากำลังรับแรงเฉือน (Shear Strength) ของวัสดุลิม

2.3.8 วัสดุเม็ดตัด วัสดุที่รู้จักกันอยู่ในปัจจุบันมีอยู่หลายชนิด [17] ดังนี้

1) เหล็กกล้าคาร์บอนสูง (High Carbon Steel) ใช้ในช่วงที่ยังไม่มีการค้นพบเหล็กกล้าความเร็วสูง โดยวัสดุนี้จะมีปริมาณคาร์บอน 0.8 ถึง 1.20 เปอร์เซ็นต์ จึงสามารถทำการชุบแข็งได้ดีและด้วยกรรมวิธีทางความร้อนที่เหมาะสมอาจเพิ่มความแข็งของมันจนมีค่าใกล้เคียงกับเหล็กกล้าความเร็วสูงต่าง ๆ หรืออาจทำให้มีความเหนียวแน่นได้ตามต้องการ อย่างไรก็ตามเหล็กกล้านี้มีความสามารถในการชุบแข็งหรือความลึกในการชุบแข็งต่ำ และจะสูญเสียความแข็งที่อุณหภูมิประมาณ 300 องศาเซลเซียส ดังนั้นจึงถูกจำกัดใช้เฉพาะเครื่องมือตัดขนาดเล็ก และไม่เหมาะสมในการตัดด้วยความเร็วสูงหรือใช้ในงานหนัก แต่จะใช้ในการปฏิบัติกับวัสดุอ่อน

2) เหล็กกล้าความเร็วสูง (High Speed Steel : HSS) เหล็กกล้าความเร็วสูงหรือเหล็กอบสูงจะมีส่วนประกอบของโลหะผสมสูง มีความสามารถในการชุบแข็งได้ดีเป็นพิเศษ และสามารถรักษาสภาพของคมตัดที่ดีไว้ได้จนถึงอุณหภูมิประมาณ 650 องศาเซลเซียส ซึ่งสภาพนี้เป็นคุณสมบัติในด้านความต้านทานต่อการอ่อนตัวที่อุณหภูมิสูง อันเป็นคุณสมบัติที่ต้องการมากที่สุดในเครื่องมือตัดต่าง ๆ โดยเหล็กกล้าทำเครื่องมือตัดชนิดแรกที่มีคุณสมบัติดังกล่าวถูกพัฒนาขึ้นโดย Frederick W. Taylor และ M. White ในปี ค.ศ. 1900 ซึ่งทำโดยการเติมทังสแตน (Tungsten) 18 เปอร์เซ็นต์ และโครเมียม 5.5 เปอร์เซ็นต์ ลงเป็นธาตุผสมอยู่ในเหล็กกล้า ส่วนผสมนี้สืบทอดมาจนถึงปัจจุบันโดยมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น นอกจากธาตุผสมข้างต้นแล้ว ธาตุอื่นที่ใช้กันได้แก่ วานาเดียม โมลิบดีนัมหรือพลวง และคาร์บอน

3) เหล็กกล้าไร้สนิม (Stainlees Steel) เป็นเหล็กที่มีปริมาณคาร์บอนต่ำ น้อยกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนัก มีส่วนผสมของโครเมียม อย่างน้อย 10.5 เปอร์เซ็นต์ กำเนิดขึ้นในปี พ.ศ.1903 เมื่อนักวิทยาศาสตร์พบว่า การเติมนิเกิล โมลิบดีนัม ไททาเนียม ไนโอเนียม หรือโลหะอื่นแตกต่างกันไปตามชนิด ของคุณสมบัติเชิงกล และการใช้ลงในเหล็กกล้าธรรมดา ทำให้เหล็กกล้ามีความต้านทานการเกิดสนิมได้ ประเภทของสแตนเลส แบ่งได้ 5 ชนิดหลัก

- ออสเทนิติก (Austenitic) แม่เหล็กดูดไม่ติด นอกจากส่วนผสมของโครเมียม 18 เปอร์เซ็นต์แล้วยังมีนิเกิลที่ช่วยเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อนอีกด้วย ชนิดออสเทนิติกเป็นที่นิยมใช้อย่างกว้างขวางมากที่สุด ในบรรดาสแตนเลสด้วยกัน ส่วนออสเทนิติกที่มีโครเมียมผสมอยู่สูง 20 ถึง 25 เปอร์เซ็นต์ และนิเกิล 1 ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ จะสามารถทนการเกิดออกซิไดซ์ได้ที่อุณหภูมิสูง ซึ่งใช้ในส่วนประกอบของเตาหลอม ท่อนำความร้อน และแผ่นกันความร้อนในเครื่องยนต์ จะเรียกว่า เหล็กกล้าไร้สนิม ชนิดทนความร้อน (Heat Resisting Steel)
- เฟอริติก (Ferritic) แม่เหล็กดูดติด มีส่วนผสมของคาร์บอนต่ำ และมีโครเมียมเป็นส่วนผสมหลัก คือประมาณ 13 เปอร์เซ็นต์ หรือ 17 เปอร์เซ็นต์
- มาร์เทนซิติก (Martensitic) แม่เหล็กดูดติด โดยทั่วไปจะมีโครเมียมผสมอยู่ 12 เปอร์เซ็นต์ และมีส่วนผสมของคาร์บอนในระดับปานกลาง มักนำไปใช้ทำส้อม มีด เครื่องมือตัด และ

เครื่องมือวิศวกรอื่น ๆ ซึ่งต้องการคุณสมบัติเด่นในด้าน การต้านทานการสึกกร่อน และความแข็งแรงทนทาน

- ดูเพล็กซ์ (Duplex) แม่เหล็กดูดติด มีโครงสร้างผสมระหว่างเฟอร์ไรต์และออสเทนไนต์ มีโครเมียมผสมอยู่ประมาณ 18 ถึง 28 เปอร์เซ็นต์ และนิกเกิล 4.5 ถึง 8 เปอร์เซ็นต์ เหล็กชนิดนี้ มักถูกนำไปใช้งานที่มีคลอรีนสูงเพื่อป้องกันมิให้เกิดการกัดกร่อนแบบรูเข็ม (Pitting Corrosion) และช่วยเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อนที่เป็นรอยร้าวอันเนื่องมาจากแรงกดตัน (Stress Corrosion Cracking Resistance)
- เหล็กกล้าชุบแข็งแบบตกผลึก (Precipitation Hardening Steel) มีโครเมียมผสมอยู่ 17 เปอร์เซ็นต์ และมีนิกเกิล ทองแดง และไนโอเบียมผสมอยู่ด้วย เนื่องจากเหล็กชนิดนี้สามารถชุบแข็งได้ในคราวเดียว จึงเหมาะสำหรับทำแกน บั้ม หัววาล์ว และส่วนประกอบของอากาศยาน

เหล็กกล้าไร้สนิม ที่นิยมใช้ทั่วไปคือ ออสเทนิก และเฟอร์ริติก ซึ่งคิดเป็น 95 เปอร์เซ็นต์ ของเหล็กกล้าไร้สนิม และที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันมีดังนี้

- เบอร์ 304 เป็นสแตนเลสสตีลพื้นฐานที่ใช้ในการตกแต่งเพื่อความสวยงาม ชนิดนี้ง่ายต่อการขึ้นรูปและป้องกันการเกิดสนิมได้เป็นอย่างดี
- เบอร์ 304 L เป็นสแตนเลสสตีลเบอร์ 304 ที่ใช้คาร์บอนเป็นส่วนประกอบน้อยลงมา ใช้ในงานเชื่อมอย่างกว้างขวาง
- เบอร์ 316 ถูกออกแบบให้มาป้องกันการเกิดสนิมได้เป็นอย่างดี ถูกใช้ในงานอุตสาหกรรมหนัก และสถานที่ใกล้ทะเล
- เบอร์ 316 L เป็นสแตนเลสสตีลเบอร์ 316 ที่มีส่วนประกอบของคาร์บอนน้อยลงมา [17]

2.4 ความรู้เบื้องต้นว่าด้วยการขนถ่ายวัสดุ

อุปกรณ์ขนถ่าย ใช้สำหรับวัสดุจากแหล่งวัตถุดิบไปยังโรงงานผลิตเพื่อผลิตสินค้าจากนั้นนำไปเก็บไว้ในคลังสินค้าแล้วจึงจะส่ง ออกจำหน่ายให้แก่ผู้บริโภคสินค้าทุกชนิดจะมีกระบวนการดังกล่าวเหมือนกันหมด ดังนั้น จะเห็นว่าการขนถ่ายวัสดุจึงเป็นส่วนสำคัญ ยิ่งส่วนหนึ่ง ในทางเศรษฐศาสตร์อุตสาหกรรม การผลิตสินค้าจำนวนมาก ๆ (Mass Production) จำเป็นต้องอาศัยระบบการขนถ่ายอุปกรณ์ขนถ่ายทางกล เป็นหัวใจของการขนถ่าย ในโรงงานอุตสาหกรรม ไม่ว่าจะเป็นการขนถ่ายวัสดุปริมาณมวลหรือวัสดุหีบห่อ การเลือกใช้อุปกรณ์การขนถ่ายทางกล สำหรับวัสดุปริมาณมล รวมถึงเรื่องที่เกี่ยวข้องกับระบบขนถ่ายทางกลด้วย อุปกรณ์ขนถ่าย (Conveyors) จำแนกออกตามการติดตั้งได้เป็น แบบติดตั้งตายตัว (Fixed) แบบเคลื่อนย้ายได้ (Portable) นอกจากนี้ยังจำแนก

ตามการขับเคลื่อนได้เป็น แบบขนถ่ายต่อเนื่อง (Continuous) แบบขนถ่ายเป็นช่วง ๆ (Intermittent) แต่การขับเคลื่อนต่อเนื่อง [10]

สำหรับ CEMA (The American Conveyor Equipment Manufacturer's Association) ได้กำหนดชนิดของอุปกรณ์ขนถ่ายได้ประมาณ 80 ชนิด อุปกรณ์ขนถ่ายขึ้นที่สูง (Elevators) 10 ชนิด และเครื่องป้อนวัสดุ (Feeders) 50 ชนิด ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะ อุปกรณ์ขนถ่ายทางกล และอุปกรณ์ขนถ่ายที่สูง ทรั้บถ่ายวัสดุปริมาณมวลและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง (Association Equipment) ชนิดเท่านั้น

2.5 อัตราขนถ่าย (Capacity)

นิยามของคำว่า Conveyor หรือ อุปกรณ์ขนถ่าย คืออุปกรณ์สำหรับเคลื่อนย้าย หรือ ขนส่งวัสดุปริมาณมวล, หีบห่อ หรือ วัสดุ ในเส้นทางที่กำหนดตามการออกแบบ มีจุดรับ (Loading) และส่งออก (Discharge) เป็นแบบตายตัว (Fixed) หรือ แบบเลือกได้ (Selective) อุปกรณ์นี้อาจจะขนถ่ายในแนวราบ ลาดเอียงหรือ ในแนวตั้งก็ได้ ซึ่งรวมทั้งSkip Hoist, อุปกรณ์ขนถ่ายในแนวตั้ง(vertical Reciprocating) และในแนวลาดเอียงขึ้น (Inclined Reciprocating Conveyors) อุปกรณ์ที่ไม่นับว่าเป็นอุปกรณ์ขนถ่าย ได้แก่ รถบรรทุกในโรงงาน, รถแทรกเตอร์, รถเทรลเลอร์, เครื่องจัดเก็บวัสดุเข้าชั้นวาง (Tiring Machines, Truck Type) ชนิดที่เป็นรถบรรทุก, รถเครน, Monorail Cranes, รอก (Hoists), Power and Hand shovels, Power Scoops, Buchet Drag Lines, Platform Elevators ที่ออกแบบเพื่อใช้ในการขนส่งผู้โดยสาร หรือ Elevator Operator และพาหนะบนทางหลวง หรือ พาหนะที่อยู่บนรางในที่นี้จะขกกล่าวเฉพาะ อุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุปริมาณมวล เมล็ดแข็งเท่านั้น

อัตราขนถ่าย จะมีหน่วยเป็นจำนวน ชิ้น, ปริมาตร หรือน้ำหนัก ต่อหน่วยเวลา ซึ่งแต่ละคนจะเข้าใจความหมายของคำนี้แตกต่างกันไป เช่น ผู้ควบคุมเครื่องจักรต้องการขนของลงจากรถราง 10 คัน คันละ 100 ตัน ในเวลา 10 ชั่วโมง หรือ 1 คันต่อชั่วโมง หรือ 100 ตันต่อชั่วโมง (TPH) อุปกรณ์ขนถ่ายชุดหนึ่งขนของได้ 100 ตันต่อชั่วโมง จะไม่สามารถขนของลงจากรถได้ตามเวลาวางแผนไว้ นอกจากจะมีกรวยปล่อยวัสดุ (Surge Hopper) อยู่เหนืออุปกรณ์ขนถ่ายนั้น เวลาที่เสียไป ณ จุดส่งวัสดุออกและเวลาในการทำความสะดวกแต่ละคันจะถูกนำมาคิดด้วย ซึ่งการขนถ่ายปริมาณ 100 ตันอาจจะใช้เวลาเพียง 40 นาที หรือคิดเป็นอัตราขนถ่ายได้ 150 ตันต่อชั่วโมง ซึ่งต่างก็อ้างอิงถึงการขนถ่ายครั้งเดียวกันนั่นเอง จากเหตุผลดังกล่าว ทำให้มีการพยายามเปลี่ยนแปลง คำว่า Capacity หรืออัตราการขนถ่ายวัสดุด้วยคำบางคำเพื่อให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น ได้แก่

อัตราขนถ่ายขณะเดินเครื่อง (OPERATING CAPACITY) เป็นอัตราการขนถ่ายเฉลี่ยภายใต้สภาวะการทำงาน of เครื่องตามปกติซึ่งจะนำช่วงเวลาที่หยุดเครื่องเพื่อบำรุงรักษาและซ่อมแซม รวมทั้งเวลาที่เครื่องทำงานโดยไม่มีการขนถ่ายเพื่อการเคลื่อนย้าย, ติดตั้ง หรือ ปรับแต่งอุปกรณ์มาคิดรวมด้วย โดยทั่วไปแล้วจะใช้กับระบบหรือเครื่องที่ใช้งานได้สมบูรณ์แล้ว ซึ่งอัตราการขนถ่ายนี้จะมีหน่วยเป็นตันต่อปี, ตันต่อวัน หรือตันต่อชั่วโมง [10]

อัตราขนถ่ายที่กำหนดในอุดมคติ (RATED CAPACITY) เป็นอัตราการขนถ่ายเฉลี่ย ภายใต้สภาวะการเดินเครื่องในอุดมคติ โดยไม่มีอุปกรณ์เสียหายและในเวลาที่กำหนด โดยทั่วไปจะใช้กับการจัดเตรียมอุปกรณ์ขนถ่ายหรือการจัดเตรียมส่วนประกอบในระบบ (ยังไม่ได้ใช้งานจริง) มีหน่วยเป็น ตันต่อชั่วโมง หรือ ปอนด์ต่ออนาที

อัตราขนถ่ายสูงสุด (PEAK CAPACITY) อัตราขนถ่ายสูงสุดที่สามารถทำได้ในช่วงเวลาสั้น ๆ ในบางครั้งจะคิดเป็นอัตราการขนถ่ายต่ออนาที แล้วจึงเทียบกลับไปเป็นอัตราการขนถ่ายต่อชั่วโมง

อัตราขนถ่ายออกแบบ (DESIGN CAPACITY) เป็นการขนถ่ายที่คิดคำนวณจากการออกแบบโครงสร้างและการออกแบบทางกล ซึ่งปกติ Design Capacity จะเท่ากับ Peak Capacity เท่ากับ 115 % ของ Rated Capacity หรือเท่ากับ Peak Capacity โดยจะใช้ค่าที่สูงกว่าเป็นหลักเมื่อนำอุปกรณ์ไปใช้งานเป็นส่วนหนึ่งของระบบการขนถ่ายขนาดใหญ่เกี่ยวกับการสำรองคลัง (Stockpiling) และการขนกลับ (Reclaiming) การขนของขึ้นลงเรือหรือรถไฟจะใช้ค่า Rated Capacity เท่ากับ 125 หรือ 130 % ของ Operating Capacity ของระบบการขนถ่ายทั้งหมดยกตัวอย่างเช่นถ้าระบบขนของลงเรือมี Operating Capacity เท่ากับ 5000 ลิตรต่อชั่วโมง และมีเวลาการติดตั้ง Shiploader ระหว่างตาดฟ้าเรือประมาณ 12 นาทีในระหว่างการขนของ 1 ชั่วโมง ดังนั้นอัตราการขนถ่าย 5000 ลิตรต่อชั่วโมง จะใช้เวลาขนถ่ายจริง ๆ 48 นาที หรือเป็นอัตรา 6250 ลิตรต่อชั่วโมง [10]

2.6.1 สกรูขนถ่าย

สกรูแบบก้นหอย (Helical Screws) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ลำเลียงวัสดุแข็งร่วมขุยในอุตสาหกรรมหลาย ๆ อย่างและหน้าที่ต่าง ๆ กันได้อย่างดี ระหัดเกลียว (Archimedean Screws) ได้มีการใช้สำหรับทดน้ำมา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยมีปลอกหมุนลาดเอียง (Internal Rotating Casing) ประกอบอยู่กับใบเกลียวก้นหอยอยู่ภายใน (Internal Helical Flight) ปลายด้านล่างจะจุ่มอยู่ในน้ำ และการหมุนจะทำให้น้ำในกระเปาะ Pocket ซึ่งอยู่ระหว่างช่องว่างของเกลียวเคลื่อนตัวขึ้นถึงแม้ว่าสกรูขนถ่ายจะมีประสิทธิภาพทางกลสูง แต่มันจะมีขีดจำกัดในเรื่องของมุมใช้งานเนื่องจากการเคลื่อนที่ของวัสดุที่อยู่ภายในเกิดขึ้นจากการเคลื่อนไปบนใบเกลียวของสกรู

ในปัจจุบันจะนิยมทำให้สกรูขนถ่ายแบบก้นหอย (Helical Screws) หมุนอยู่ในเปลือกที่อยู่กับที่ (Stationary Casing) ส่วนใหญ่จะใช้สำหรับงานชลประทานและงานเคลื่อนย้ายของไหล เช่น กากสิ่งโสโครก แต่ในด้านการลำเลียงวัสดุแข็ง (Solid Handling) ของ Helical Screws ก็ได้รับการยอมรับ และเนื่องจาก การนำไปใช้ผิดวัตถุประสงค์ จึงทำให้ประสบ ความล้มเหลวในบางด้านได้ การใช้งานของสกรูสำหรับขนถ่ายวัสดุแข็งแรงในอุตสาหกรรมอันดับแรก ได้แก่อุตสาหกรรมโรงสี โรงโม่ โรงงานทำกระดาษ (Milling Industry) เมื่อใบพัดไม้ถูกยึดเข้ากับเพลากลาง เพื่อทำให้เป็นอุปกรณ์ขนถ่ายใน แนวนอนสำหรับ ข้าวโพง และแปรง ด้วยความกะทัดรัดประหยัดและเชื่อถือได้ของอุปกรณ์ ทำให้มีการสร้างใบเกลียวก้นหอยด้วยเหล็กในเวลาต่อมา ซึ่งมีความแข็งแรงขึ้น และยังคงใช้หลักการและเทคนิคการขนถ่ายวัสดุในอุตสาหกรรมโรงโม่แปรงอยู่ในทางเกษตรกรรมพบว่าเหมาะสมมากที่จะใช้เครื่องว่านเมล็ดพืช (Grain Augers) สำหรับใช้งานเป็นอุปกรณ์ขนถ่าย (Conveyors and

Elevators) แยกเป็นหน่วยอิสระ และเหมาะสำหรับสร้างในโรงงานและอุปกรณ์เครื่องมือเช่นเครื่องอบแห้งและเครื่องเกี่ยวนวดข้าว (Driers and Combines)

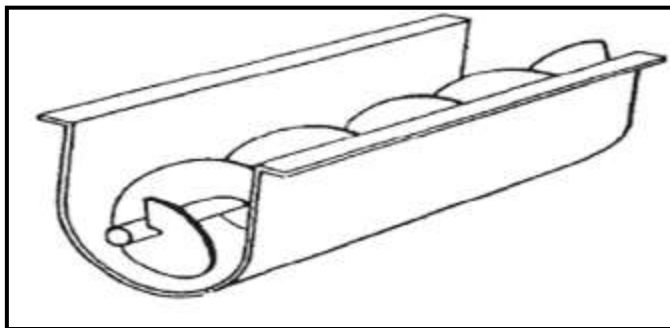
คุณสมบัติของการขนถ่ายวัสดุในตัวอย่างเหล่านี้ได้แก่ ความเสียดทานผนังต่ำ แรงดึงหรืออำนาจการรวมตัวและมุมต้นของความเสียดทาน (Shallow Angles of Internal Friction) น้อยมากคุณสมบัติดังกล่าวต้องนำมา พิจารณาเพื่อให้วัสดุมีลักษณะการไหลเป็นอิสระ และง่ายต่อการขนถ่ายในอุปกรณ์ทางกลตามธรรมดาแล้ว จะต้องมีการทดสอบสมรรถนะของสกรูในการใช้ขนถ่ายวัสดุบางอย่าง และในบางกรณี ก็ประสบความสำเร็จเป็นผลให้ถูกนำมาใช้เป็นเทคนิคการขนถ่ายมาตรฐานในอุตสาหกรรมนั้น ๆ อย่างรวดเร็ว การใช้งานอย่างอื่นอาจประสบความสำเร็จไม่มากนัก นำไปสู่การขาดการยอมรับ หรือการปฏิเสธโดยสิ้นเชิง เทคโนโลยีของวัสดุแข็งเม็ดเล็ก ๆ ยังคงพัฒนาไม่พอเพียงที่จะนำไปเลือกใช้ และกำหนดรายละเอียดของสกรูขนถ่ายบนหลักการของจำนวนข้อมูลอย่างมีเหตุผลได้เต็มที่ ผู้ผลิตอุปกรณ์จึงต้องการรายละเอียดเหล่านั้นนำไปประเมินตามประสบการณ์ที่มีอยู่และทดสอบเมื่ออาจจะรู้สึกว่ามีคามจำเป็น [10]

2.6.2 การใช้งานของสกรูขนถ่าย

สกรูขนถ่ายเป็นอุปกรณ์ในการขนส่ง สามารถลำเลียงวัสดุได้มากมายหลายประเภท ซึ่งมีความสามารถในการไหลดี ความสามารถในการไหลได้มีอธิบายไว้แล้วในมาตรฐานการจัดประเภทวัสดุของ CEMA และแสดงถึงระดับของอิสรภาพของแต่ละอนุภาควัสดุที่เคลื่อนที่ผ่านซึ่งกันและกัน คุณสมบัติเฉพาะตัวเหล่านี้มีความสำคัญต่อ การทำงานของสกรูขนถ่ายเป็นแบบสกรูเกลียว (Screw Helix) ที่ติดตั้งอยู่กับเพลลาหรือท่อตรงกลางหมุนอยู่ภายในรางหรือท่อที่อยู่กับที่ผลักดันวัสดุไปตามส่วนล่างและด้านข้างเหนือวัสดุในช่องว่างแนวรัศมีระหว่างเกลียวรางและทำให้วัสดุกลิ้งหกดะเมตติลังกานตัวมันเอง เป็นการเคลื่อนที่ไปบนผิวของใบเกลียวกันหอยทำให้วัสดุถูกยกขึ้นการนำสกรูขนถ่ายไปใช้งานต่าง ๆ เริ่มด้วยปัจจัย 2 ประการ

- 1) คุณสมบัติของวัสดุที่จะขนถ่าย
- 2) การใช้งานในลักษณะพิเศษ

ถ้าใช้สกรูขนถ่ายจะได้เปรียบกว่าในระหว่างความได้เปรียบของสกรูขนถ่าย คือ เหมาะสมที่จะใช้ในการป้อนและปล่อยวัสดุได้หลายช่อง โดยเพียงแต่มีประตูเปิด-ปิด ที่แต่ละจุดเท่านั้น ทำให้เหมาะสมที่จะใช้รับและจ่ายวัสดุปริมาณมวลสำหรับคลังเก็บวัสดุภายในโรงงาน ในกรณีที่ขนถ่ายวัสดุต่างชนิดกันหรือต่างเกรดกันไปยังหรือมาจากถังเก็บวัสดุที่เหมาะสม นอกจากนั้นสกรูขนถ่ายยังอาจใช้สำหรับขนถ่ายวัสดุออกจากรถ ถังเก็บหรือกองวัสดุ อันเป็นขบวนการแรกของวัสดุตัวอย่างการใช้งาน ได้แก่ คลังเก็บเมล็ดพืช เครื่องบดอาหารสัตว์ โรงสีข้าว และโรงงานเคมี ดังแสดงในที่รูป 2.7 เป็นตัวอย่างโครงสร้างสกรูขนถ่าย [10]



รูปที่ 2.56 แสดงตัวอย่างโครงสร้างสกรูขนถ่าย [10]

สกรูขนถ่ายสามารถปรับตัวได้ง่ายต่อการควบคุมปริมาตรของวัสดุ จากส่วนล่างของถังเก็บถังกั้นกรวย (Hoppers), Bag Dumps, กองเก็บวัสดุอื่น ๆ ในทำนองนั้น ซึ่งการใช้งานนี้จะอยู่ในรูปของเครื่องป้อนแบบสกรู (Screw Feeders) และในฐานะเช่นนั้น จึงเป็นหน้าที่สำคัญที่สุดในงานอุตสาหกรรม ไม่เพียงแต่ควบคุมปริมาตร ยังจำเป็นสำหรับการทำงานที่เหมาะสมของอุปกรณ์ขนถ่ายแบบต่อเนื่องของแต่ละชนิด แต่ยังเป็นจำเป็นสำหรับการทำงานของหน่วยกระบวนการผลิตเช่น เครื่องอบแห้ง (Driers) เครื่องบดกระแทก (Hammer Mills) เครื่องบีบน้ำมัน (Oil Expellers) และเครื่องจักรกระบวนการผลิตอย่างอื่นอีกนับไม่ถ้วน การกำหนดการให้ความร้อน หรือความเย็นต่อวัสดุในการขนส่ง สำหรับสกรูขนถ่ายทำได้ง่าย รางจะมีปลอก Jacket ยาวตลอดซึ่งสารส่งผ่านความร้อนหรือความเย็นจะไหลวนเวียนให้ได้ระบบของการส่งถ่ายความร้อน ตามต้องการ การใช้งานอย่างอื่น ได้แก่ การผสมส่วนประกอบหลาย ๆ อย่างเพื่อผลิตสินค้า หรือผสมวัสดุต่างชนิดกันทำให้วัสดุส่วนผสมหรือคลุกเคล้ากันได้ดี ในขณะที่อยู่ระหว่างขนถ่ายการลำเลียงวัสดุมีพิษหรือเป็นฝุ่น สกรูขนถ่ายมีความเหมาะสมมาก เนื่องจากรางที่มีฝาล้อมรอบสามารถ บรรจุฝุ่น หรือควัน กันรั่วได้ดีเพียงพอ ดังนั้นจึงลดอันตรายต่อบุคคล ในทางกลับกันวัสดุต้องปราศจากสิ่งเจือปนอย่างแน่นอนในกระบวนการบางอย่าง วัสดุจะถูกป้อนเข้าเพื่อเป็นซิลในสกรูเกลียว โดยเฉพาะอย่างยิ่งแบบท่อ (Tubular) จะถูกใช้อุปกรณ์กันอากาศหรือควัน วัสดุแข็งจะถูกลำเลียงเข้าและออกได้ แต่แก๊สหรือควันไม่สามารถที่จะผ่านเข้าไปได้ สกรูขนถ่ายในแนวราบ แนวลาดเอียงหรือในแนวตั้งได้ บ่อยครั้งที่อุปกรณ์ขนถ่ายถ่ายวัสดุลาดเอียงทำให้ระบบการขนถ่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อน เนื่องจากสามารถทำส่วนประกอบอุปกรณ์ขนถ่ายเป็นชุดเดียวได้ แม้ว่าจะต้องทำให้หน่วยในแนวนอนร่วมกับแนวตั้งอย่างสมบูรณ์แบบเป็นอย่างมากก็ตาม สกรูขนถ่ายชนิดขนถ่ายในแนวตั้งมีใช้งานหลายชนิด โดยทั่วไปจะเป็นแบบรางท่อ ซึ่งจะทำงานที่ความเร็วรอบสูงกว่าอุปกรณ์ในแนวราบมากพอสมควร [10]

การแบ่งประเภทของประเภทของอุปกรณ์สกรูตามหน้าที่หลักของอุปกรณ์ทำได้ง่าย ๆ ดังนี้

- 1) Conveyor
- 2) Elevator

- 3) Feeder (เครื่องป้อนวัสดุ)
- 4) Hopper Discharger (เครื่องปล่อยวัสดุออกจากถัง Hopper)
- 5) กระบวนการที่เกี่ยวข้องกัน ได้แก่ เครื่องทำความเย็น (Cooler) เครื่องแยกน้ำ (Dewatering Unit) เครื่องอัดแน่น (Compactor) เครื่องทำอาหาร (Cooker)

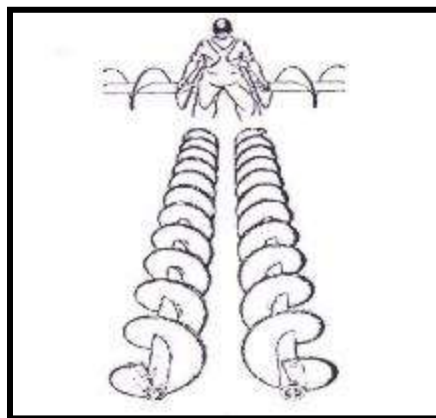
จากการตรวจสอบอย่างละเอียด พบว่าข้อกำหนดเป็นไปอย่างคลุมเครือ และมักจะถูกออกแบบให้ทำงานในหน้าที่ดังกล่าว 2 หน้าที่หรือมากกว่า ความล้มเหลวในการใช้งานมีพื้นฐานมาจากประสิทธิภาพของชิ้นส่วน ซึ่งจะต้องมีการทดสอบปัจจัยกำหนด (Parameter) สมรรถนะของแต่ละส่วน และประกอบกับความสามารถที่จะเปลี่ยนแปลง เพื่อให้เหมาะกับการใช้งานได้อย่างกว้างขวาง ดังนี้

- 1) บริเวณทางเข้า (Inlet Region)
- 2) ส่วนรัด (Choke Section) เช่น บริเวณถัดจากทางเข้า
- 3) ส่วนที่ทำให้การขนถ่ายเป็นไปอย่างต่อเนื่อง
- 4) การเปลี่ยนระหว่างใช้งาน เช่น แบริ่ง ใบเกลียวสกรู (Flight)
- 5) ทางออก

2.6.3 ประเภทของใบเกลียวสกรู (Types Of Screw Flights) ใบเกลียวของสกรูขนถ่ายมี 2 แบบ คือ

1) Helicoid Flights (แบบขดเกลียว) ใบสกรูทำเป็นแท่งแบบขดอย่างต่อเนื่อง ซึ่งขอบนอกของใบสกรูจะบางกว่าขอบใน

2) Sectional Flights (แบบท่อน) ใบสกรูทำจากแผ่น Disc แบนและความหนาของใบสกรูสม่ำเสมอ แต่แต่ละแผ่นจะมีความยาวมากกว่า 1 ระยะ Pitch เล็กน้อย นำมาต่อกันบนท่อท่อนหนึ่งแล้วเชื่อมต่อกันโดยไม่ทาบ (Butt Welding) ใบเกลียวสกรูขนถ่ายอาจเป็นแบบเกลียวขวาหรือเกลียวซ้าย ซึ่งกำหนดโดยการหมุนของใบสกรูโดยการมองดูที่ปลายของสกรู ดังแสดงในรูปที่ 2.65



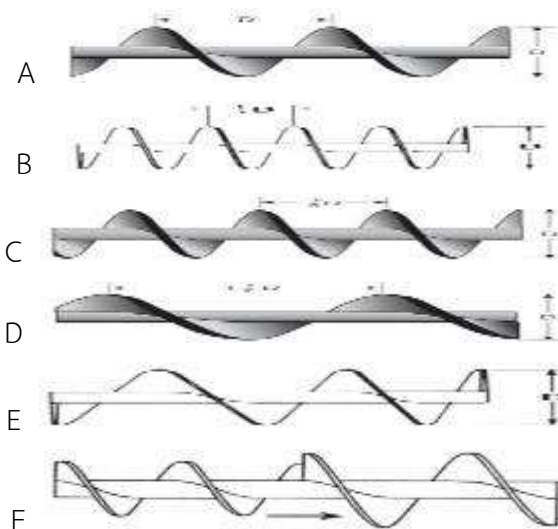
รูปที่ 2.57 แสดงสกรูแบบเกลียวซ้ายและเกลียวขวา [10]

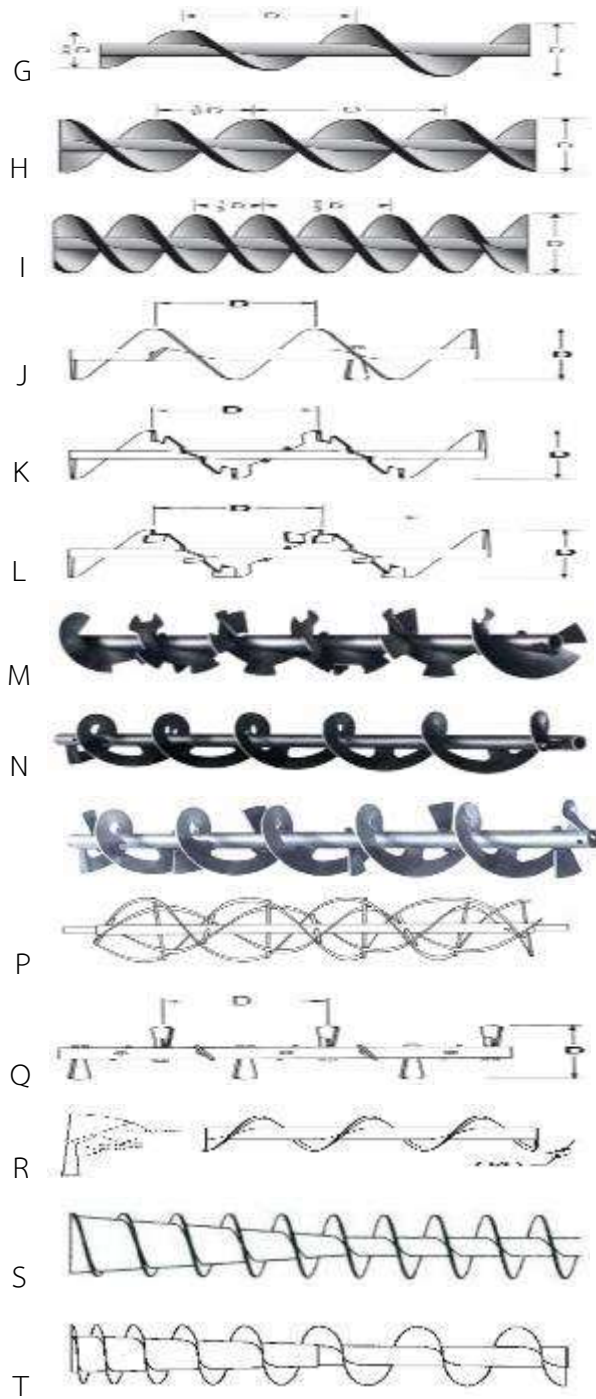
รูปสกรูด้านซ้ายมือใบสกรูจะพันรอบท่อในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเป็นสกรูแบบเกลียวซ้าย รูปด้านขวามือใบสกรูด้านขวามือ ใบสกรูจะพันรอบท่อในทิศทางตามเข็มนาฬิกาเป็นสกรูแบบเกลียวขวา สกรูชนิดนี้ถูกออกแบบมาให้ใช้กับท่อที่มีรูปร่างสี่เหลี่ยมหรือแปดเหลี่ยม (Hexagonal or Octagonal) ใช้แทนส่วนที่เป็นเกลียวแบบต่อเนื่องที่ติดตั้งอยู่บนท่อกลางหรือเพลาดันก็ได้

โดยทั่วไปแล้วท่อกลางจะเป็นท่อเหล็กดำ Schedule 40 แต่บางครั้งก็อาจจะใช้ท่อ Schedule 80 และท่อเหล็กขึ้นรูป (Mechanically Drawn Steel Tubing) ในบางโอกาสจะใช้เพลาลูกต้อนสำหรับเงื่อนไขพิเศษเพื่อความสะดวกและเหมาะสมกับช่องป้องกันวัสดุและจำวัสดุออกควรเลือก Hangers ที่มีความต้านทานการไหลของวัสดุในรางน้อยที่สุด แบริ่งแบบโลหะผสม Babbitt สามารถใช้ได้สำหรับงานทั่ว ๆ ไป เมื่อชนถ่ายวัสดุในรางน้อยที่สุด แบริ่งและอุปกรณ์เชื่อมต่อแบบชุบแข็งถ้าแบริ่งแบบที่ต้องการใช้น้ำหล่อลื่นควรใช้แบริ่งแบบสารประกอบ (Composition Bearings) รางไม่เป็นเพียงขอบเขตและแนวทางการไหลของวัสดุเท่านั้น แต่ยังเป็นห้องซึ่งเป็นที่รองรับชิ้นส่วนในการทำงานทั้งหมดและยึดเข้าด้วยกันตามความเหมาะสม ความละเอียดละเอียดแม่นยำในการผลิตและความแข็งแรงทนทานเพื่อรักษาความแม่นยำไว้นั้นสำคัญที่สุด การใช้งานอุณหภูมิสูงหรืองานกัดกร่อนอาจต้องการคุณภาพที่กำหนดโดยทำจากเหล็กกล้าไร้สนิมและโลหะไม่เป็นสนิม

โดยทั่วไปรางหลาย ๆ ประเภทอาจทำด้วยเหล็กเหนียวธรรมดา (Mild Steel) เหล็กกล้าไร้สนิม หรืออลูมิเนียม ทองเหลือง บรอนซ์ ทองแดง Monel Metal นิกเกิลและอื่น ๆ สำหรับความต้านทานต่อการกัดกร่อนมีการเคลือบผิว (Coating) เพื่อการป้องกันหลาย ๆ วิธีที่จะประยุกต์ใช้กับเหล็กรางและฝาปิด (Covers) ได้แก่ การชุบสังกะสี (Galvanizing) การเคลือบดีบุก (Tinning) การชุบโครเมียม (Chrome Plating) เป็นต้น ที่มีผลต่อผลสำเร็จในการใช้งาน การเคลือบด้วยยางแบบ Vulcanized หรือผนึกด้วยยาง (Bonded) มีความต้านทานต่อของมีคมและการกัดกร่อนรูปแบบการใช้งานของใบสกรูมีมากมาย ขึ้นอยู่กับความต้องการใช้งาน ดังแสดงในรูปที่

2.66





รูปที่ 2.58 แสดงใบสกรูลำเลียงต่างๆ [10]

ประเภทต่างๆ และการใช้งานเป็นดังนี้

A) ใบสกรูแบบใบเต็มระยะพิตมาตรฐาน (Single Flight Standard Pitch) เป็นใบสกรูใบเต็มที่มีระยะพิตเท่ากับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางนอกสุดของสันใบ ใช้ขนถ่ายวัสดุทั่วไปเหมาะกับการขนถ่ายวัสดุในแนวนอน

B) ใบสกรูแบบใบเต็มระยะพิตเท่ากับครึ่งหนึ่งของเส้นผ่าศูนย์กลางใบ (Single Flight Haft Pitch) เป็นใบสกรูที่มีระยะพิตเท่ากับครึ่งหนึ่งของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางนอกสุดของสันใบ ใช้กับงานขนถ่ายวัสดุ แนวเอียง แนวตั้ง เหมาะกับวัสดุที่ไหลตัวได้ดี

C) ใบสกรูแบบใบเต็มระยะพิตสั้น (Single Flight Short Pitch) เป็นใบสกรูที่มีระยะพิตเท่ากับ $2/3$ ของเส้นผ่าศูนย์กลางใบสกรู สามารถใช้ในการขนถ่ายวัสดุแนวเอียงที่ทำมุมมากกว่า 20 องศา หรือแนวตั้ง และยังใช้สามารถลดการฟุ้งของวัสดุเพื่อใช้ในการจ่ายวัสดุด้วย

D) ใบสกรูแบบใบเต็มระยะพิตยาว (Long Pitch Conveyor Screws) เป็นใบสกรูที่มีระยะพิตเท่ากับ $11/2$ ใช้เป็นเครื่องตีกววนของเหลว หรือขนถ่ายวัสดุด้วยความเร็วสำหรับวัสดุที่ไหลได้ดี

E) ใบสกรูแบบใบเต็มระยะพิตขยาย (Single Flight Variable Pitch) เป็นใบสกรูที่ระยะพิตของใบจะ ค่อย ๆ ขยายเพิ่มขึ้น ใช้ในสกรูจ่ายหรือป้อนวัสดุ เหมาะกับวัสดุที่ละเอียดไหลตัวง่าย การไหลของวัสดุต่อเนื่อง สม่่าเสมอตลอดความยาวของสกรู

F) ใบสกรูแบบที่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพิ่มขึ้นเป็นระดับขั้น (Stepped Pitch Conveyor Screw) ใบสกรูแบบนี้จะประกอบไปด้วยใบสกรูที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ต่างกัน แต่มีระยะพิตเท่ากันมาเชื่อมติดตั้ง เรียงกันบนแกนเพลลาเดียวกันเป็นช่วง ๆ ส่วนมากจะใช้ในงานสกรูจ่ายวัสดุส่วนที่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยจะติดตั้งไว้ที่ตำแหน่งใต้ Hopper เพื่อใช้จ่ายวัสดุและควบคุมการไหลของวัสดุ

G) ใบสกรูแบบใบเรียวระยะพิตมาตรฐาน (Single Tapered Flight Standard Pitch) เป็นใบสกรูที่มี ระยะพิตมาตรฐาน แต่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางค่อย ๆ ขยายเพิ่มขึ้น ใช้ในงานสกรูจ่ายเหมาะกับการขนวัสดุที่เป็นก้อนหรือร่วนซุยออกจากถังเก็บ หรือ Hopper การไหลของวัสดุเป็นไปอย่างสม่่าเสมอ

H) ใบสกรูแบบใบเต็ม 2 ชั้น ระยะพิตมาตรฐาน (Double Flight Standard Pitch) เป็นใบสกรูแบบมาตรฐานสองใบนำมาติดซ้อนกันบนเพลลาเดียว ใช้ในการขนถ่ายวัสดุราบเรียบ การปล่อยวัสดุออกเป็นไปอย่างสม่่าเสมอ

I) ใบสกรูแบบระยะพิตสั้นสองชั้น (Double Flight Short Pitch Conveyor Screws) เป็นใบสกรูแบบที่นำใบสกรูระยะพิตสั้น 2 ใบมาติดตั้งซ้อนกันบนเพลลาเดียว ระยะพิตจะสั้นมากทำให้แม่นยำในการจ่ายวัสดุ วัสดุที่ไหลออกจากสกรูจะไม่ฟุ้งไปไกล เหมาะกับงานป้อนวัสดุเข้าเครื่องผสมที่ต้องการส่วนผสมและการไหลสม่่าเสมอ

J) ใบสกรูแบบใบเต็มระยะพิตมาตรฐานติดใบพาย (Standard Pitch with Paddles) ใบสกรูแบบนี้จะเป็นแบบใบเต็มระยะพิตมาตรฐานติดใบพายตามเพลลาเป็นช่วย ๆ ใบพายจะเป็นตัวกวาดช่วยในการไหลหรือ

ผสมวัสดุ สามารถปรับมุมบิดใบพายได้ จะใช้กับวัสดุน้ำหนักเบา น้ำหนักปานกลาง มีลักษณะละเอียดเป็นเม็ดเล็ก หรือเป็นแผ่น

K) ใบสกรูแบบใบตัด (Single Cut Flight) ใบสกรูแบบนี้จะเป็นแบบใบสกรูมาตรฐาน แต่ขอบนอกสุดของสันใบสกรูจะมีการตัดบากเป็นช่อง รอยบากจะช่วยในการผสมกันของวัสดุในขณะขนถ่าย

L) ใบสกรูแบบตัดและพับ (Cut and Folded Flight Conveyor Screws) เป็นใบสกรูที่มีรอยตัดและพับ ซึ่งจะเป็นส่วนที่ใช้สำหรับการผสมและกวนวัสดุซึ่งจะทำให้วัสดุลอยตัวขึ้นในอากาศ เป็นผลให้เกิดการผสมกันของวัสดุได้ดีขึ้น ใบสกรูนี้จะใช้กับวัสดุที่มีน้ำหนักเบา มีขนาดปานกลางหรือวัสดุละเอียด

M) ใบสกรูแบบตัดและติดใบพาย (Cut Flight with Paddled) เป็นใบสกรูแบบตัดแล้วมีใบพัดติดอยู่ เป็นช่วง ๆ ซึ่งเป็นตัวขบวนการไหลของวัสดุเพื่อให้เกิดการผสมกันของวัสดุมากขึ้นในขณะขนถ่ายวัสดุ

N) ใบสกรูแบบริบบอน (Ribbon Flights) ใบสกรูแบบนี้จะทำจากเหล็กแบนบิดม้วนเป็นเกลียวแล้วนำมายึดติดกับเพลาด้วยเหล็กเส้น ช่องว่างของใบสกรูกับเพลาก็จะทำให้วัสดุลอดผ่านได้ ทำให้วัสดุผสมกันไปด้วย เหมาะกับงานขนถ่ายวัสดุเหลวที่มีความหนืดและเหนียว

O) ใบสกรูแบบริบบอนติดใบพาย (Ribbon Flight With Paddles) ใบสกรูแบบริบบอนติดใบพายนี้จะนำใบพายมาติดตั้งระหว่างระยะพิทของใบพาย จะติดเป็นแนวเกลียวสวนการเคลื่อนที่ของวัสดุ ใบพายจะใช้วิธีเชื่อมติดกับเพล่า เพื่อลดส่วนยื่นของใบพาย ใบสกรูชนิดนี้เหมาะกับการใช้ในงานผสมวัสดุขณะขนถ่าย ใช้ลำเลียงวัสดุแข็งมีน้ำหนักเบาถึงปานกลาง หรือวัสดุละเอียดเป็นเม็ดหรือเกล็ด

P) ใบสกรูแบบริบบอนหลายใบ (Multiple Ribbon Flight Conveyor Screws) ใบสกรูริบบอนแบบนี้ จะมีใบสกรูริบบอนที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขอบนอกใบสกรูที่แตกต่างกันออกไป มายึดติดตั้งอยู่บนแกนเพล่า การพาวัสดุของใบสกรูจะมีทิศทางตรงกันข้าม ใบหนึ่งจะพาวัสดุไปข้างหน้าอีกใบก็จะพาวัสดุกลับ วัสดุจะคลุกเคล้ากันได้อย่างดี

Q) ใบสกรูแบบใบพาย (Van Paddle Conveyor) ใบพายจะทำจากเหล็กติดกับก้านที่สอดทะลุเพล่า แล้วยึดด้วยนัต ใบพายนี้จะสามารถปรับมุมเอียงได้เพื่อควบคุมทิศทางไหล เหมาะในการใช้กับงานผสมวัสดุใช้ได้ทั้งวัสดุแห้งหรือเหลว

R) ใบสกรูลำเลียงแบบใบถ้วย (Cupped Pitch) ใบสกรูแบบนี้จะมีประสิทธิภาพในการผลัดดันวัสดุให้เคลื่อนตัวไปช้า ๆ เพื่อให้การจ่ายวัสดุออกจาก Hopper ไหลตัวได้ง่าย เหมาะกับการจ่ายวัสดุในแนวเอียงทำมุมและแนวตั้ง เนื่องจากความสามารถอุ้มวัสดุได้ดีและขนาดของความยาวพิทจะค่อนข้างยาว

S) สกรูแบบกรวยระยะพิทสม่ำเสมอ (Cone with Consistent Pitch) เพล่าของสกรูจะเป็นรูปกรวย ใช้ในงานสกรูจ่ายวัสดุตามแนวราบตามความยาวที่ต้องการ เพล่ารูปกรวยจะให้วัสดุไหลออกจาก Hopper หรือถังเก็บได้ง่ายขึ้น

T) สกรูแบบกรวยระยะพิตเพิ่มขึ้น (Cone with Varied Pitch) เพลาของสกรูจะเป็นรูปกรวย ใช้ในงานสกรูจ่ายวัสดุตามแนวราบไปตามความยาวที่ต้องการ เพลากรวยจะให้วัสดุไหลออกจาก Hopper หรือถังเก็บได้ง่ายขึ้น

2.6.3 อัตราขนถ่าย ความเร็ว และขนาด

2.6.3.1 รูปทรงเรขาคณิตของใบสกรู

2.6.3.2 ความเร็วของสกรู

2.6.3.3 มุมลาดเอียงในการขนถ่าย

2.6.3.4 รูปทรงเรขาคณิตของถังเก็บ (Hopper) และราง

2.6.3.5 คุณสมบัติการไหลตัวของตัวของวัสดุ

2.6.3.6 ความเสียหายของวัสดุบนใบสกรูและราง

สกรูขนถ่ายที่มีแบริงแขวนอยู่ภายใน (Internal Hanger Bearings) ส่วนใหญ่จะวัดปริมาณวัสดุจากอุปกรณ์ทางด้านเข้าหรือจากส่วนของเครื่องป้อน การฝังตัวของวัสดุในรางจะถูกควบคุมเพื่อป้องกันแบริงภายใน การฝังตัวของวัสดุปกติจะจำกัดไว้ไม่เกิน 45% ของพื้นที่หน้าตัดตรงเพื่อป้องกันแบริงจากการกัดเซาะ หรือป้องกันการเน่าเสียของวัสดุและป้องกันการอุดตัน (Jamming) วัสดุมีคมต้องลดปริมาณขนถ่ายลง วัสดุมีคมมากให้ลดพื้นที่การขนถ่ายลง วิธีการดังกล่าวเป็นมาตรฐานที่ผู้ผลิตทั้งหมดใช้กัน จะมีบอกไว้ในแคตตาล็อกของบริษัท อย่างไรก็ตามบริษัทผู้ผลิตในอเมริการายหนึ่งได้ออกแบบสกรูขนถ่ายให้มีรางรับวัสดุได้มาก ความเร็วต่ำ และฐานรองรับตัวแขวนแบริงมีระยะ Offset สำหรับวัสดุมีคมได้มีการพิมพ์ตารางอัตราขนถ่ายหน่วยปริมาตร [10]

สำหรับพื้นที่หน้าตัดวัสดุถึง 45% ซึ่งติดตามพื้นที่หน้าตัดเต็มของใบเกลียวสกรูและไม่คำนึงถึงปริมาตรช่องว่างระหว่างปลายใบสกรูกับตัวราง ภายใต้สภาพการใช้งานทั่วไป การลิมิตค่านี้ถึงปริมาตรดังกล่าวเป็นเรื่องไม่สำคัญนัก ส่วนที่เป็นผงละเอียดส่วนใหญ่มักจะหยุดอยู่ตามช่องว่าง หรืออาจจะเคลื่อนที่เข้ามา ๑-๒ นิ้ว อย่างไรก็ตาม วัสดุบางชนิด เช่นวัสดุก้อนกลมขนาดใหญ่หรือวัสดุเส้นใยจะสามารถเคลื่อนที่ไปด้วยกัน ทั้งหมดในช่องว่างดังนั้น อัตราขนถ่ายหน่วยปริมาตร จะสูงกว่าวัสดุที่อยู่ในตาราง เมื่อมีการวัดวัสดุที่ป้อนเข้า วัสดุจะถูกจำกัดโดยการตกอย่างอิสระลงไปใบสกรูขนถ่าย การผันแปรของความหนาแน่นปริมาณมวลที่เกิดขึ้นไม่จำเป็นต้องนำมาพิจารณา

ในการคำนวณหาอัตราขนถ่าย トラบใดที่พื้นที่หน้าตัดการขนถ่ายที่ต้องการไม่มากเกินไปเมื่อวัสดุในรางสูงถึง 45% ของพื้นที่หน้าตัดตรง วัสดุจะถูกขนถ่ายด้วยอัตรา หน่วยปริมาตรที่กำหนดด้วยความเร็วและระยะพิตซ์ ถ้าเกินกว่านี้วัสดุจะไหลกลับ หรือล้นข้ามเพลาท่อไปยังช่วงพิตซ์ก่อนหน้านั้น ทำให้สูญเสีย ประสิทธิภาพ และต้องใช้กำลังขับเคลื่อนสูงกว่า ตามสัดส่วนถ้าสกรูขนถ่ายในแนวเอียงขึ้น การไหลกลับในระยะช่องว่างระหว่างใบสกรูกับรางจะเกิดขึ้นเป็นผลให้ประสิทธิภาพลดลงอย่างมาก เมื่อลำเลียงขึ้นด้วยมุมเกิน 15 องศา เมื่อมุมชันสูงขึ้นวัสดุจะท่วมช่องป้อนวัสดุ การเพิ่มความเร็วให้ระยะพิตซ์สั้นลง และให้ส่วนฝาครอบยาวขึ้นจะสามารถช่วยให้ได้อัตราขนถ่ายที่เหมาะสม ซึ่งจะได้กล่าวในภายหลังการออกแบบพิเศษอาจทำได้ โดยให้สกรูขนถ่ายแล่น 60 - 80 % ของ

ทั้งหมดที่ความเร็วต่ำ ซึ่งขึ้นอยู่กับ วัสดุที่จะขนถ่าย การออกแบบดังกล่าวมักจะทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางเพลลาใหญ่ขึ้นถึง 1 ใน 3 ของเส้นผ่านศูนย์กลางเพลลา ความยาวจะเพิ่มขึ้นเป็น 20 เท่า ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสกรู ซึ่งทำให้สามารถลดจำนวนแบร์ริงลงได้

2.6.4 อัตราขนถ่ายของสกรูขนถ่ายมุมชันขึ้น

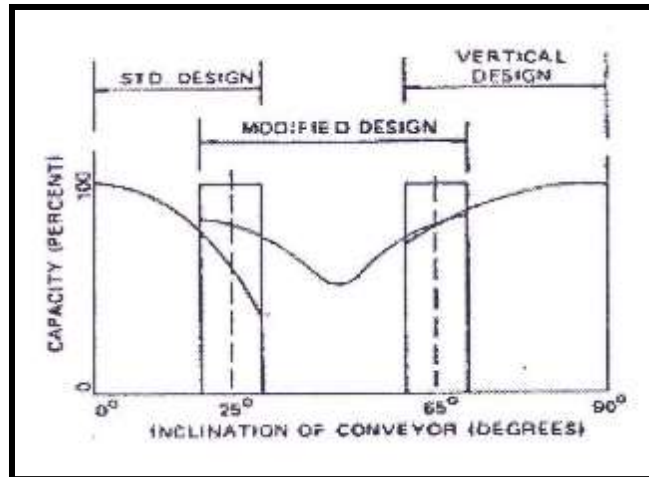
สกรูขนถ่ายมักจะดีเลิศเมื่อใช้ลำเลียงวัสดุปริมาณมวลขึ้นทางชัน เพื่อแก้ไขปัญหาในการขนถ่ายด้วยอุปกรณ์น้อยชิ้นที่สุดในพื้นที่น้อยที่สุด ทำได้ทางเดียวคือ ขนถ่ายวัสดุในแนวราบจากนั้นจึงตั้งขึ้น หรือในทำนองเดียวกัน กรณีที่ต้องใช้อุปกรณ์ขนถ่าย 2 ชุดเพื่อทำงานนี้ อย่างไรก็ตาม นอกจากจุดเด่นที่ปรากฏแล้วยังมีปัญหามากมายที่ต้องจำแนกออกในการออกแบบสกรูขนถ่ายมุมชันขึ้นเมื่อมุมชันของสกรูถ่ายเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพจะลดลงอย่างมาก

2.6.4.1 อัตราขนถ่ายหรืออัตราขนถ่ายสูงสุดของสกรูขนถ่ายที่กำหนดให้ จะลดลงเมื่อมุมชันเพิ่มขึ้น

2.6.4.2 กำลังม้าต่อหน่วยอัตราขนถ่ายเพิ่มขึ้นกระทบดังกล่าวมาจากมูลเหตุมากมาย เช่น มุมชันเพิ่มขึ้นจะมีการลดลงของมุมบังคับ (Effective Angle) ของใบสกรูในฐานะที่มันผลักระทบกับวัสดุ ที่มุมชันแน่นอนและขึ้นอยู่กับระยะพิตช์ ส่วนของเกลียวสกรูจะอยู่ในแนวราบเกือบทั้งหมดและส่วนของใบสกรูนี้จะไม่ผลักดันวัสดุให้เลื่อนไปข้างหน้าแม้แต่น้อย การลดความสามารถในการผลักดันวัสดุไปข้างหน้าของใบสกรู จะทำให้วัสดุเคลื่อนตัวอย่างไม่เป็นระเบียบและเกิดการหกคะเมนตีลังกา เป็นสาเหตุให้พื้นที่หน้าตัดวัสดุในรางเพิ่มขึ้น จนกระทั่งตัวแขวนช่วงตรงกลาง กลายเป็นตัวขวางทางไหลของวัสดุมากยิ่งขึ้น เช่นเดียวกับการเคลื่อนตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ และการหกคะเมนตีลังกาของวัสดุทำให้ต้องใช้กำลังมากขึ้นทำที่สกรูทรงของรางรูปตัวยูมาตรฐาน

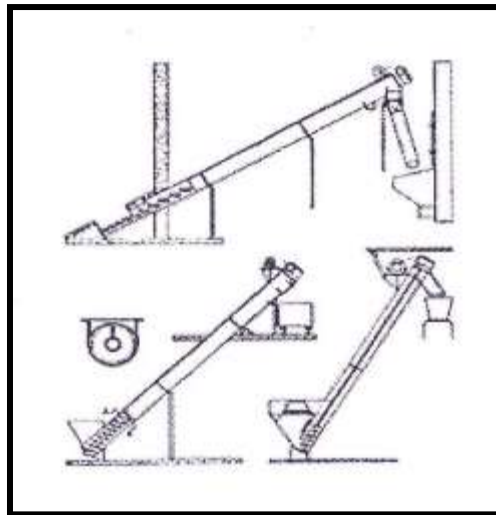
จะยอมให้วัสดุย้อนกลับข้ามส่วนบนของสกรูที่กำลังหมุนมีส่วนช่วยให้เกิดการไหลอย่างไม่เป็นระเบียบและเพิ่มพื้นที่หน้าตัดวัสดุในรางและสูญเสียกำลัง การขจัดปัญหาของสกรูขนถ่ายมุมชันขึ้น ทำได้หลาย ๆ ประการ และเพื่อให้การติดตั้งสกรูขนถ่ายมุมชันขึ้นประสบผลสำเร็จได้ดังนี้

- 1) จำกัดการใช้ส่วนประกอบของสกรูขนถ่ายมาตรฐาน กับมุมชันขึ้นให้ต่ำกว่า 25 องศา โดยเฉพาะอย่างยิ่งไม่ให้เกิน 15 องศา
- 2) ให้ระยะห่างระหว่างรางกับใบสกรูน้อย ๆ
- 3) เพิ่มความเร็วรอบให้มากกว่าที่ใช้ขนถ่ายในแนวราบ โดยที่ตัวสกรูมีขนาดเท่ากัน
- 4) ใช้สกรูที่มีความยาวพิเศษ เพื่อขจัดตัวแขวนช่วงกลางเท่าที่จะเป็นไปได้
- 5) ใช้รางที่มีระยะห่างระหว่างสกรูกับรางน้อยที่สุด



รูปที่ 2.59 แสดงผลกระทบของมุมชั้นต่ออัตราขนถ่ายของสกรูขนถ่าย [10]

จากรูปที่ 2.58 แสดงคุณลักษณะเป็นเปอร์เซ็นต์ อัตราขนถ่ายของสกรูขนถ่ายที่มุมชั้นต่าง ๆ สำหรับการออกแบบมาตรฐาน แบบดัดแปลงและแบบแนวตั้ง รูปที่ 2.39 เป็นตัวอย่างของการออกแบบดังกล่าวเส้นโค้งอัตราขนถ่ายสัมพัทธ์ (Relative Capacity) ในรูปที่ 2.38 สำหรับการออกแบบดัดแปลงที่ดีที่สุด จะอยู่ที่มุมชั้นระหว่าง 25 องศาและ 65 องศา เมื่ออัตราขนถ่ายอยู่ที่ค่าต่ำสุด มุมอัตราขนถ่ายน้อยสุดนี้จะไม่มีการกำหนดไว้ขึ้นอยู่กับหลาย ๆ สิ่ง เช่น คุณสมบัติของวัสดุ การออกแบบใบสกรู ระยะพิทช์ ความเร็วรอบ และรางเป็นต้น [10]

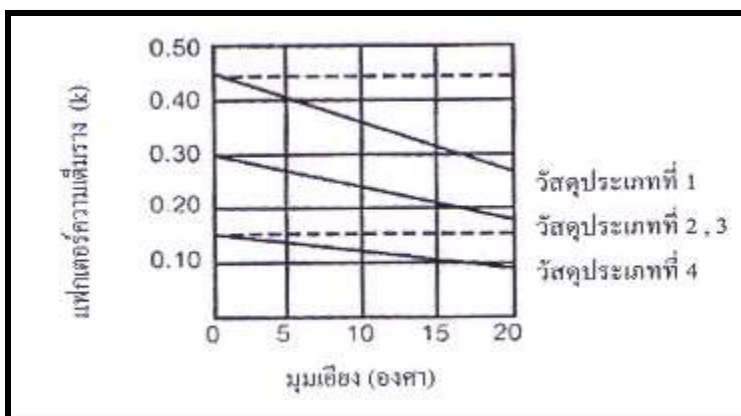


รูปที่ 2.60 แสดงการออกแบบสกรูขนถ่ายมุมชั้นขึ้นแบบต่าง ๆ [10]

การเพิ่มความเร็วยรอบในการหมุนของสกรู จะส่งผลให้ความเร็วของวัสดุที่เคลื่อนไปข้างหน้าสูงมากขึ้นซึ่งเป็นการเพิ่มการผลักดันวัสดุผ่านตัวแฉกช่วงกลาง แม้ว่าจะเพิ่มการกวนวัสดุและการกลิ้งหคเคเมนตีลิ่งกาของวัสดุก็ตาม ผลลัพธ์สุทธิจะยังเป็นการเพิ่มอัตราขนถ่าย ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุที่จะลำเลียง การลดระยะพิตซ์ของใบสกรู ทำให้มุมของใบสกรูมากขึ้น ซึ่งวัสดุต้องค่อย ๆ เลื่อนไปแม้ว่าวัสดุจะเคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้ระยะทางน้อยลงตามการหมุนของสกรู 1 รอบเนื่องจากระยะพิตซ์ที่ลดลงเพื่อให้วัสดุเคลื่อนที่ไปข้างหน้าด้วยความเร็วที่พอใจ อาจทำได้ด้วยการเพิ่มความเร็วในการหมุนของสกรู ความเป็นไปได้ที่จะขจัดตัวแฉกแข็งช่วงกลางรางในบางกรณี

โดยการทำให้ส่วนของสกรูขนถ่ายมีความยาวมากกว่ามาตรฐาน มันต้องยอมรับได้ด้วยอย่างไรก็ตามความยาวที่เพิ่มขึ้น อาจทำให้สกรูเกิดการแอ่น (Deflections) มากเกินไปจนทำให้ใบสกรูเสียดสีกับราง ซึ่งในบางกรณีอาจไม่เกิดขึ้นอยู่กับการใช้งาน วัสดุบางชนิดในขณะที่ขนถ่าย อาจจะเป็นตัวรองรับสกรูด้วยวัสดุเอง อันเป็นการป้องกันการเสียดสีระหว่างใบสกรูกับรางตัวรางรูปท่อนมีข้อได้เปรียบมากกว่าในบรรดาสกรูขนถ่ายทั้งหลาย เนื่องจากมันมักจะจำกัดขอบเขตวัสดุไว้ในสกรู และป้องกันการถอยหลัง (Fall-Back) ของวัสดุข้ามส่วนบนของสกรู ซึ่งเกิดขึ้นในรูปตัวยูยกเว้นในขณะที่ใช้ความเร็วในการหมุนสูงกว่าปกติการออกแบบสกรูขนถ่ายแนวตั้งมักจะใช้มุมน้อยกว่า 90 องศา และจะมีสมรรถนะในการขนถ่ายเท่ากับสกรูขนถ่ายมาตรฐานในแนวนอนแต่การออกแบบสกรูขนถ่ายในแนวตั้งจะมีขีดจำกัดสำหรับวัสดุมากกว่า ซึ่งสามารถที่จะขนถ่ายด้วย

อุปกรณ์อื่นโดยทั่ว ๆ ไป อัตราขนถ่ายและกำลังม้าที่ต้องการของสกรูขนถ่ายขึ้นทางชัน จะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุ ขนถ่ายและไม่สามารถคาดการณ์อย่างแม่นยำได้ ก่อนที่จะดำเนินการออกแบบขั้นต่อไปในเรื่องโครงสร้าง และการติดตั้งสกรูขนถ่ายให้ทำงานมากกว่ามุมชันขึ้นเล็กน้อยให้ปรึกษาผู้ผลิตสกรูขนถ่าย [10]



รูปที่ 2.61 แสดงแฟกเตอร์ความเต็มราง (k) [10]

ค่าแฟกเตอร์ความเร็วเต็มรางที่นำมาใช้เหมาะสมกับชนิดวัสดุต่อไปนี้

ประเภทที่ 1 วัสดุเบาไหลได้ดี ไม่มีความคม เช่น เมล็ดข้าวสาลี ข้าวไรย์ ฝักข้าวโพด กราไฟต์ แป้งหมี่ และอื่น ๆ แฟกเตอร์ความเร็วเต็มราง $k = 0.45$

ประเภทที่ 2 วัสดุไม่มีความคม คุณสมบัติในการไหลได้น้อยกว่าวัสดุประเภทที่ 1 (วัสดุก้อนเล็กผสมกับวัสดุละเอียด) เช่น แป้งอบขนมปัง ฝักข้าวป่น ถ่านหินบดละเอียด ข้าวโพดบด แฟกเตอร์ความเร็วเต็มราง $k=0.30$

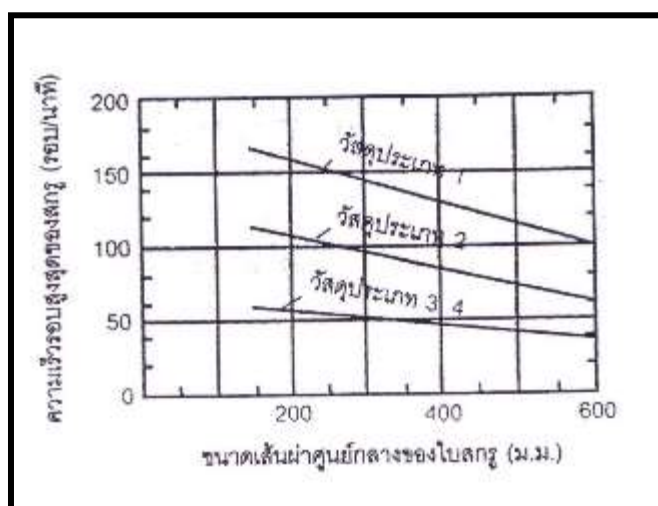
ประเภทที่ 3 คุณสมบัติการไหลคล้ายแบบประเภทที่ 2 แต่มีความคมมากกว่า ต้องการความเร็วรอบของสกรูต่ำ เช่น ซีเมนต์ ปูนซีเมนต์ เกลือ ถ่านไม้ ซอล์ค และอื่น ๆ วัสดุประเภทนี้มีรหัสความคม 6 แฟกเตอร์ความเร็วเต็มราง $k=0.30$

ประเภทที่ 4 วัสดุมีความคมและคุณสมบัติในการไหลไม่ดี เช่น ถ่านหิน กากถ่านหิน กากแร่จากเตา อะลูมินา (alumina) แร่ bauxite บด ทราแยแห้ง อื่น ๆ วัสดุประเภทนี้มีรหัสความคม 7 แฟกเตอร์ความเร็วเต็มราง $k=0.15$

ค่าแฟกเตอร์ความเร็วเต็มรางนี้ ใช้สำหรับการขนถ่ายวัสดุด้วยสกรูขนถ่ายวัสดุตามแนวระดับเท่านั้น
หาอัตราการขนถ่ายเชิงปริมาตร (V) โดย A คือพื้นที่หน้าตัดของใบสกรูขนถ่ายวัสดุ

$$V = pNA \quad (2.58)$$

$$= 85 \times \frac{1440}{60} \times \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} k \quad (2.59)$$



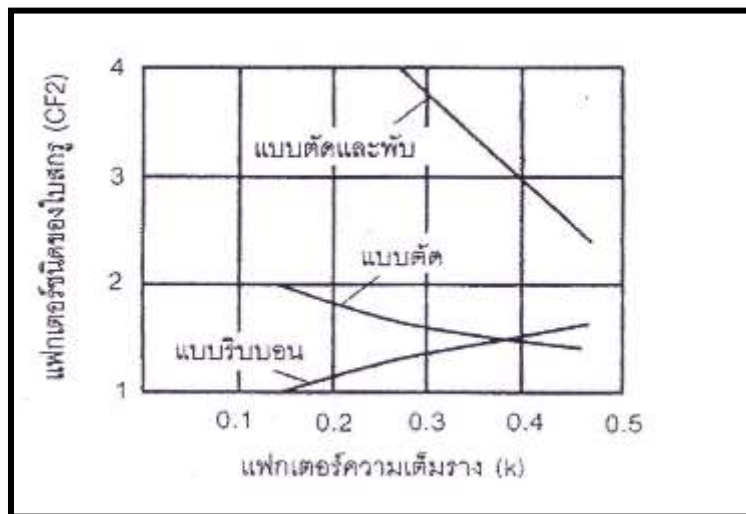
รูปที่ 2.62 แสดงความเร็วรอบสูงสุดของสกรูขนถ่ายวัสดุ [10]

จากรูปที่ 2.41 แสดงความเร็วรอบสูงสุดของสกรู เมื่อใบสกรูขนาด โดยขนาดเพลาสกรูเท่ากับ มิลลิเมตร และจากตารางที่ จะได้ค่า $CF_1 = 1.0$, $CF_2 = 1.0$ และ $CF_3 = 1.80$ แล้วแทนค่า

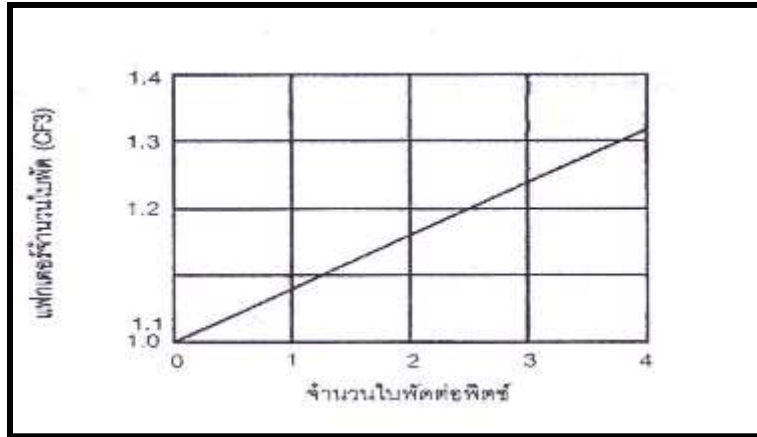
$$m_1 = \frac{P_b \pi (D^2 - d^2)}{4CF_1 CF_2 CF_3} kPn \quad (2.60)$$

ตารางที่ 2.4 แฟกเตอร์ระยะพิตซ์ใบสกรู [10]

รายละเอียดของระยะพิตซ์	CF_1
ระยะพิตซ์ = เส้นผ่านศูนย์กลางของใบสกรู	1.00
ระยะพิตซ์ = 2/3 เส้นผ่านศูนย์กลางของใบสกรู	1.50
ระยะพิตซ์ = 1/2 เส้นผ่านศูนย์กลางของใบสกรู	2.00
ระยะพิตซ์ = 3/2 เส้นผ่านศูนย์กลางของใบสกรู	0.67



รูปที่ 2.63 แสดงแฟกเตอร์ชนิดของใบสกรู [10]




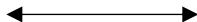
รูปที่ 2.64 แสดงแฟกเตอร์จำนวนใบพัด [10]

ซึ่งสามารถหาค่าความเร็วรอบของเฟลาสกู (N)

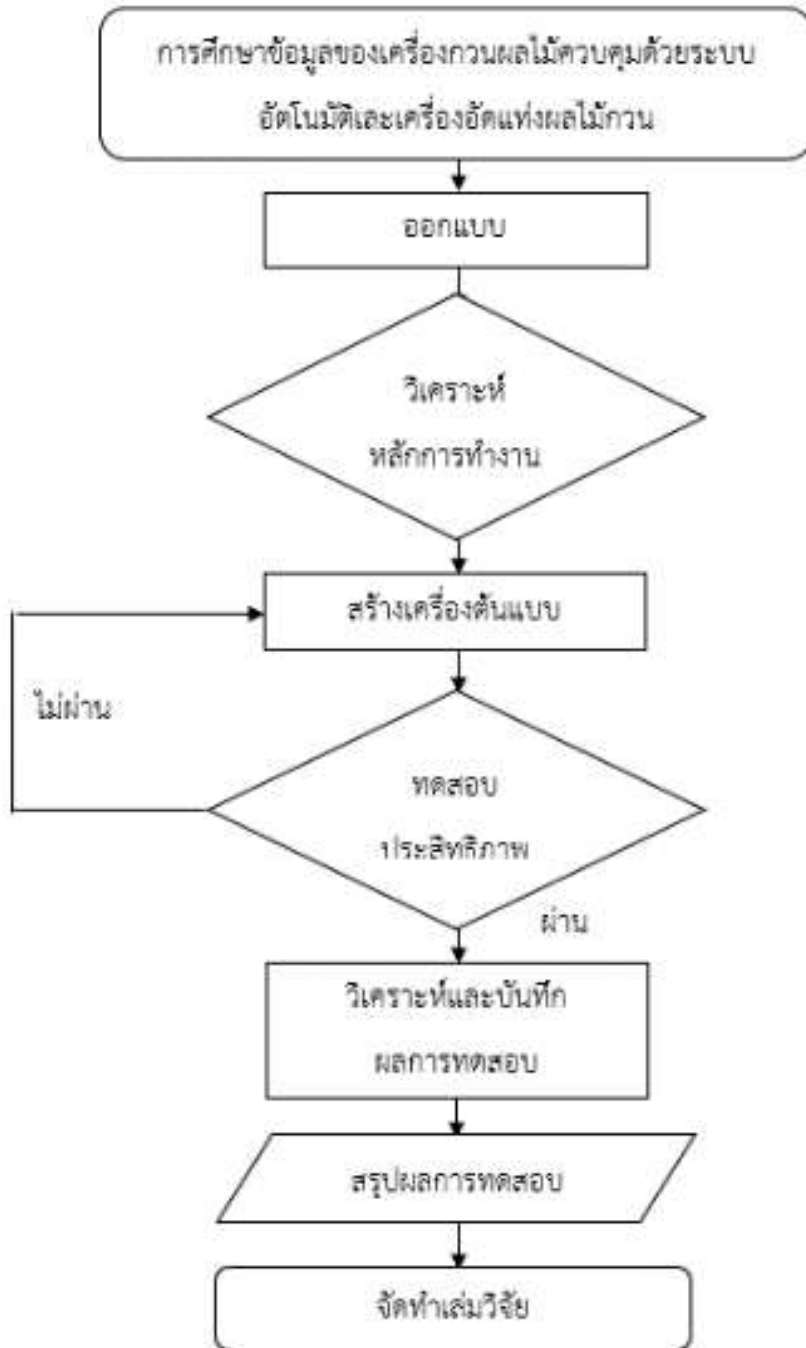
$$N = \frac{4m_s CF_1 CF_2 CF_3}{P_b \pi (D^2 - d^2) k_p} \quad (2.61)$$

กิจกรรม	2563							2564				
	มี.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	มิ.ย.
4. กิจกรรมถ่ายทอดองค์ความรู้เรื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวนสู่ชุมชน												
5. กิจกรรมการติดตามประเมินผลโครงการ												
6. กิจกรรมติดตามการใช้งานของกลุ่มเกษตรกรอย่างต่อเนื่อง												
7. กิจกรรมสรุปผลการดำเนินงาน และวิเคราะห์ข้อมูล												

หมายเหตุ  หมายถึง งานหรือกิจกรรมที่วางแผนไว้ว่าจะทำตามข้อเสนอโครงการ

 หมายถึง งานหรือกิจกรรมที่ได้ทำแล้ว

จากตาราง 3.1 แสดงแผนการดำเนินงานและการดำเนินงานจริงโดยกิจกรรมบางอย่างในการดำเนินการไม่เป็นไปตามแผน เนื่องจากกิจกรรมนั้นต้องใช้เวลาและมีการแก้ไขปรับปรุงจึงทำให้การทำงานล่าช้ากว่าแผนดำเนินงาน ดังนั้นจึงมีขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานที่ได้วางไว้ ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

3.2 การออกแบบเครื่องจักร

3.2.1 เครื่องกวานควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ

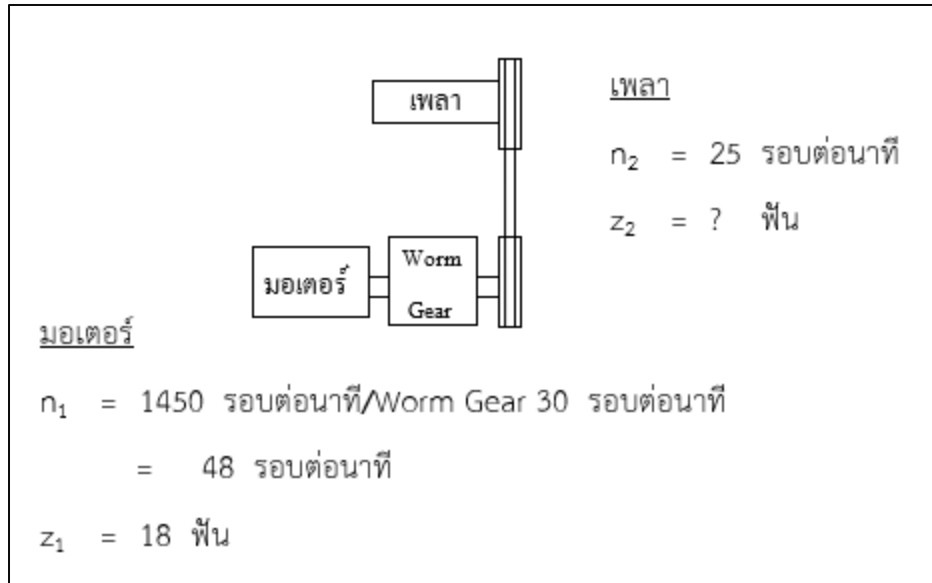
จากการศึกษากระบวนการวิธีกระบวนการกวานผลไม้ด้วยแรงงานคน จึงได้นำหลักการดังกล่าวมาประยุกต์ในการออกแบบกลไกการทำงานของเครื่องกวานผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ โดยหลักการทำงานของเครื่องใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังและเพลาส่งกำลังในการขับเคลื่อนแกนกวาน

3.2.2 เครื่องอัดแห้งผลไม้กวาน

จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับผลไม้กวานและกรรมวิธีของกระบวนการบรรจุภัณฑ์สินค้า จึงได้นำหลักการดังกล่าวมาประยุกต์ในการออกแบบกลไกการทำงานของเครื่อง โดยหลักการทำงานของเครื่องใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง โดยชุดของการอัดเนื้อผลไม้กวานใช้มอเตอร์กับเกียร์ทด 1:30 รอบต่อนาที โดยใช้คัปปลิ้งต่อกับเกียร์ทดใช้โซ่เป็นตัวส่งกำลังไปยังเฟืองเกียร์ เฟืองเกียร์จะขับเพลลา ซึ่งเพลลาจะยึดติดกับแกน เพื่อจะอัดเนื้อผลไม้กวานออกมา และในส่วนของชุดกวานเนื้อผลไม้กวานมอเตอร์เกียร์ และเกียร์ทด 1:25 รอบต่อนาที และส่งกำลังมายังเพลลาขับโดยใช้คัปปลิ้งซึ่งเพลลาขับมีชุดแบร์ริงรองรับเพลลา โดยทำหน้าที่ในการส่งหรือลำเลียงเนื้อผลไม้กวานมายังชุดอัดเนื้อผลไม้กวาน เมื่อออกมาแล้ว ก็ทำการตัดตามขนาดของผู้บริโภคที่เหมาะสม จากหลักการดังกล่าวจึงนำไปสู่กระบวนการออกแบบและคำนวณชิ้นส่วนต่าง ๆ โดยได้รวบรวมรายละเอียดต่าง ๆ ที่ต้องการใช้ในการออกแบบ เพื่อเป็นข้อมูลและแนวทางการตัดสินใจสร้างขึ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องจักรให้ได้ตามวัตถุประสงค์และขอบเขตที่วางไว้ โดยมีรายละเอียดการคำนวณดังนี้

3.2.2.1 การคำนวณและออกแบบเครื่องอัดแห้งผลไม้กวาน

1) การคำนวณหาความเร็วรอบและขนาดของล้อสายพาน เครื่องอัดแห้งผลไม้กวานใช้มอเตอร์ขนาด 1/3 แรงม้า ด้วยความเร็ว 1450 รอบต่อนาที เป็นต้นกำลัง โดยมีระบบส่งกำลัง ดังแสดงในรูปที่ 3.2 คือ Worm Gear



รูปที่ 3.2 ขนาดของเฟืองโซ่และความเร็วรอบเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน

กำหนดให้ $n_i =$ ความเร็วรอบของล้อสายพาน i
 $z_i =$ จำนวนฟันของเฟือง i

จากการคำนวณหาอัตราทด จากสมการ 2.45 จะได้

$$n_1 z_1 = n_2 z_2$$

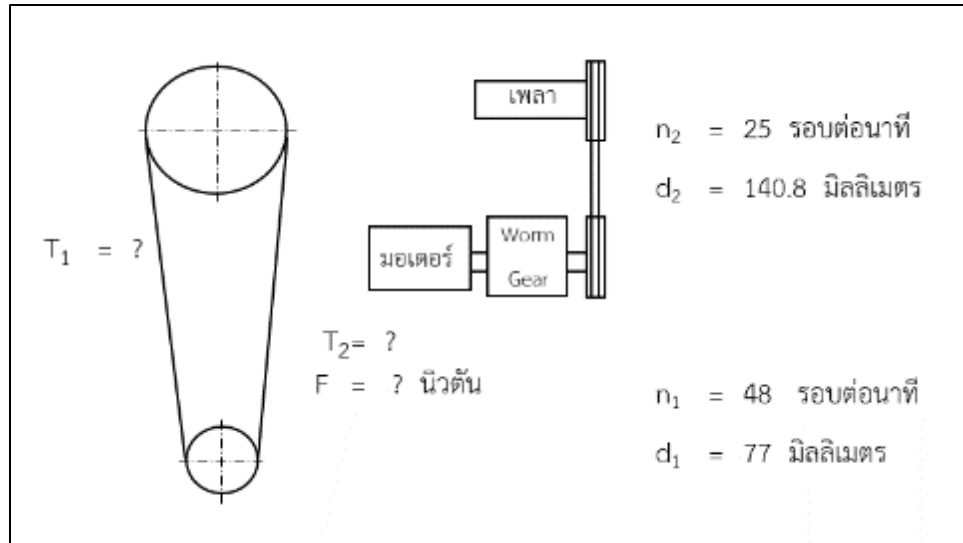
กำหนดขนาดเฟืองโซ่ z_1 เท่ากับ 18 ฟัน และขนาดเฟืองโซ่ z_2 เท่ากับ ? ฟัน และ n_1 เท่ากับ 48 รอบต่อนาที ความเร็วรอบ n_2 ที่เพลา เท่ากับ 25 รอบต่อนาที

$$48 \times 18 = 25 \times ?$$

$$z_2 = 34 \text{ ฟัน}$$

ดังนั้นจำนวนของฟันเฟืองที่เพลาชุดอัดแท่งได้เท่ากับ 34 ฟัน

2) การออกแบบเพลาส่งกำลังทำการคำนวณหาขนาดของเพลาโดยการคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิด (T) และความเค้นเฉือน (τ_d) และมีวิธีการคำนวณดังนี้ ดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แรงตึงที่เกิดขึ้นบนเฟืองโซ่

หากำลังของมอเตอร์ จะได้

$$\begin{aligned}
 P &= 1/3 \text{ แรงม้า} \\
 &= \frac{1}{3} \times 248.67 \text{ วัตต์} \\
 \therefore P &= 248.67 \text{ วัตต์}
 \end{aligned}$$

หาค่าทอร์ก (T_1) ที่มอเตอร์ และ $N = n_1$ จากสมการ 2.53

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{2\pi T_1 N}{60} \\
 T_1 &= \frac{60P}{2\pi N} \\
 &= \frac{60 \times 248.67}{2 \times \pi \times 1450} \\
 \therefore T_1 &= 1.68 \text{ นิวตันเมตร}
 \end{aligned}$$

หาค่าแรงดึงในโซ่ (F) ที่มอเตอร์ เมื่อ R_1 เท่ากับ $\frac{d_1}{2}$ จากสมการ 2.51

$$T_1 = F \times R_1$$

$$= F \times \frac{d_1}{2}$$

$$F = T_1 \times \frac{2}{d_1}$$

$$F = \frac{1.64 \times 2}{0.077}$$

$$\therefore F = 42.60 \text{ นิวตัน}$$

แรงดึงในโซ่ (F) ของเฟืองมอเตอร์และเฟืองเพลามีค่าแรงดึงในสายพานเท่ากัน หาค่า T_2 ที่เฟืองเพล

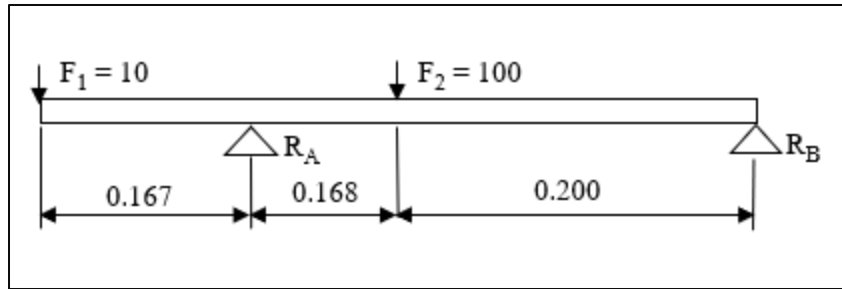
$$T_2 = F \times R_2$$

$$= F \times \frac{d_2}{2}$$

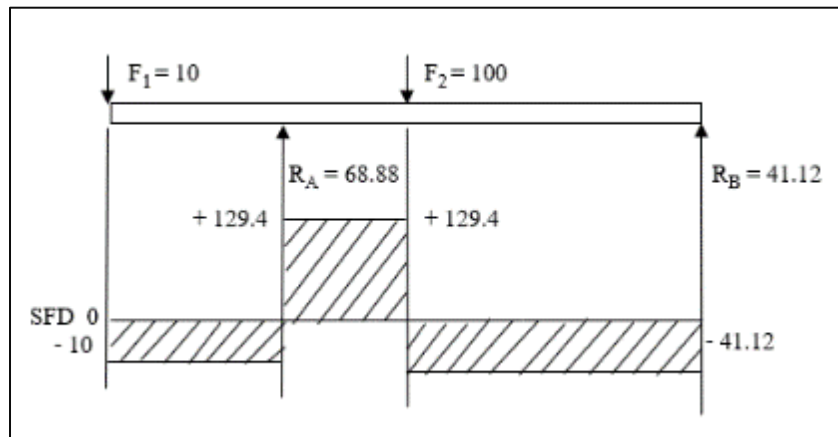
$$= \frac{42.60 \times 0.1408}{2}$$

$$\therefore T_2 = 3.00 \text{ นิวตันเมตร}$$

การหาขนาดของเพลาชุดอัดแห้งผลไม้กวนโดย $F_1 = 10$ นิวตัน ได้จากน้ำหนักของใบเกลียวสกรูหนอน และ $F_2 = 100$ นิวตัน ได้จากน้ำหนักของเฟืองเกียร์กับแรงดึงของโซ่ และระยะทางต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ลักษณะระยะและแรงที่กระทำกับเพลา



รูปที่ 3.5 SFD ระยะและแรงที่กระทำกับเพลา

หาแรงปฏิกิริยาที่จุด A

$$\sum M_B = 0 \text{ (ทวนเป็น +)}$$

$$(R_A \times 0.368) - (F_1 \times 0.535) -$$

$$(F_2 \times 0.200) = 0$$

$$R_A = \frac{(10 \times 0.535) + (100 \times 0.200)}{0.368}$$

$$\therefore R_A = 68.88 \text{ นิวตัน (ทิศทางพุ่งขึ้น)}$$

$$\sum F_y = 0 \text{ (ขึ้นเป็น +)}$$

$$\begin{aligned} 10+100 &= R_B + 68.88 \\ \therefore R_B &= 41.12 \text{ นิวตัน (ทิศทางพุ่งขึ้น)} \end{aligned}$$

ฉะนั้นโมเมนต์ตัดในแนวตั้งที่จุด A

$$\begin{aligned} M_{RA} &= 0.167 \times 10 \\ \therefore M_{RA} &= 1.67 \end{aligned}$$

ฉะนั้นโมเมนต์ตัดในแนวตั้งที่จุด C

$$\begin{aligned} M_{RC} &= 0.168 \times 100 \\ \therefore M_{RC} &= 16.8 \end{aligned}$$

การคำนวณหาขนาดของเพลตาม เอเอสเอ็มอี โค้ด (ASME Code) จากวิธีการคำนวณจากทฤษฎีความเค้นสูงสุดจะพิจารณาความล้า หรือความหนาแน่นของเพลลา ซึ่งเป็นการออกแบบโดยวิธีสถิตศาสตร์ (Static Design Method) ในการหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลลาจะทำการพิจารณาถึงค่าความเค้นต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจะได้

จากสมการ 2.15 การหาขนาดของเพลลา

$$d^3 = \frac{5.1}{\tau_p} \left[(C_m M)^2 + (C_t T)^2 \right]^{1/2}$$

แต่ถ้ากำหนดวัสดุของเพลลาที่บอกถึงหมายเลขของโลหะหรือส่วนผสมของโลหะให้ใช้ค่าความเค้นเฉือนใช้งาน โดยเลือกใช้ค่าน้อยมาคำนวณ คือ

$$\begin{aligned} \tau_p &= 0.3 \sigma_y \\ \tau_p &= 0.18 \sigma_u \end{aligned}$$

เมื่อทำการเปิดตารางเพื่อหาความเค้นเฉือนของสแตนเลส 304 จะได้

$$\sigma_y = 205 \times 10^6 \text{ นิวตันต่อตารางเมตร}$$

ดังนั้น $\tau_p = 0.3 \sigma_y$

แต่เนื่องจากเพลามีร่องลึ้มความเค้นจึงลดลงไปอีก 25 เปอร์เซ็นต์

แทนค่าจะได้ $\tau_p = 0.3 \times 205 \times 0.75$
 $= 46.125 \times 10^6 \text{ นิวตันต่อตารางเมตร}$

จากตาราง 2.1 ค่าตัวประกอบความล้า

เมื่อพิจารณาเพลามีแรงกระตุกเล็กน้อยให้ใช้ $C_m = 1.5$ และ $C_t = 1$ นำค่าต่าง ๆ แทน จากสมการ

2.15 แทนค่าได้ดังนี้

เนื่องจากแรงที่กระทำเพลาคือแรงกระตุกเล็กน้อยค่าความปลอดภัย $N = 3$

$$d^3 = \frac{5.1 \times 3}{46.125 \times 10^6} \left[(1.5 \times 16.8)^2 + (1 \times 3.00)^2 \right]^{1/2}$$

$$d = \sqrt[3]{8.426 \times 10^{-6}}$$

$$d = 0.0203 \text{ เมตร}$$

$$\therefore d = 20.3 \text{ มิลลิเมตร}$$

จากการคำนวณข้างต้นเพลาส่งกำลังมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 20.3 มิลลิเมตร แต่เลือกใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 25.4 มิลลิเมตร เนื่องจากสามารถเลือกใช้วัสดุมาตรฐานที่มีตามท้องตลาดได้ง่ายกว่าและประกอบชิ้นส่วนอื่นได้ง่าย

เมื่อนำเพลานี้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25.4 มิลลิเมตร จะต้องหาค่าความปลอดภัยใหม่

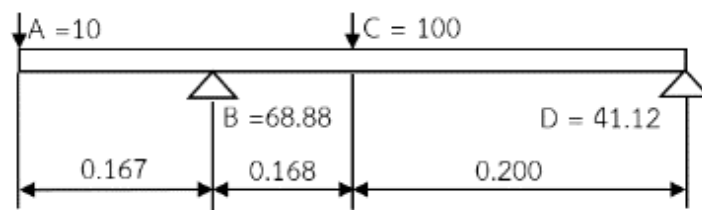
$$d^3 = \frac{5.1}{\tau_p} \left[(C_m M)^2 + (C_t T)^2 \right]^{1/2}$$

$$0.025^3 = \frac{5.1 \times N}{46.125 \times 10^6} \left[(1.5 \times 16.8)^2 + (1 \times 3.00)^2 \right]^{1/2}$$

$$\therefore N = 5.57$$

เมื่อนำเพลานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25.4 มิลลิเมตร มาใช้งานจะได้ค่าความปลอดภัยมากกว่าเพลานขนาด 20.3 มิลลิเมตร ถึง 5.57 เท่า จึงสามารถนำเพลานขนาด 25.4 มิลลิเมตร มาใช้งานจะได้ความปลอดภัยสูงขึ้น

การคำนวณหาระยะโค้งของเพลาน ซึ่งจะเลือกใช้ขนาด 25.4 มิลลิเมตร มีแรงกระทำที่จุด A มีขนาด 10 นิวตัน และกระทำที่จุด C มีขนาด 100 นิวตัน ดังแสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ลักษณะระยะและแรงที่กระทำกับเพลาน

หาโมเมนต์ความเฉื่อย (I) ของหน้าตัดเพลาน

$$I = \frac{\pi d^4}{64}$$

$$= 0.049 \times 0.0254^4$$

$$\therefore I = 2.04 \times 10^{-8}$$

หาระยะโค้งของเพลานจาก A ถึง B ได้ จากสมการ 2.28

$$Y_{\max} = \frac{Wl^3}{3EI}$$

$$= \frac{(10 \times 0.167)^3}{3(193 \times 10^9) \times (2.04 \times 10^{-8})}$$

$$= 3.94 \times 10^{-4} \text{ เมตร}$$

$$\therefore Y_{\max} = 0.394 \text{ มิลลิเมตร}$$

หาระยะโก่งจาก B ถึง D ได้ จากสมการ 2.33

$$Y_{\text{underload}} = \frac{Wa^2(l-a)^2}{3EI}$$

$$= \frac{100 \times 0.168^2 \times (0.368 - 0.168)^2}{3 \times (193 \times 10^9) \times (2.04 \times 10^{-8}) \times 0.368}$$

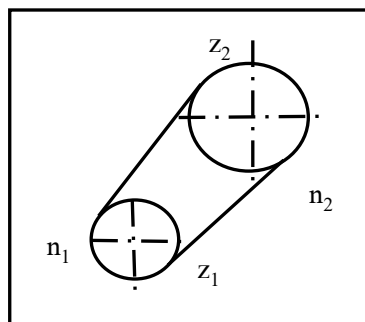
$$= 2.60 \times 10^{-5} \text{ เมตร}$$

$$\therefore Y_{\text{underload}} = 0.026 \text{ มิลลิเมตร}$$

การหาระยะโก่งของเพลลา โดยค่าที่แนะนำให้ใช้ในการออกแบบของเพลลาที่ส่งกำลังทั่วไป ระยะโก่งระหว่างแบริงที่รองรับไม่เกิน 0.25 มิลลิเมตร ต่อความยาว 300 มิลลิเมตร ดังนั้นการคำนวณหาระยะโก่งของเพลลาที่เกิดขึ้น ณ จุด A เท่ากับ 0.394 มิลลิเมตร และจุด C เท่ากับ 0.026 มิลลิเมตร จึงไม่มีผลกระทบต่อเพลลาและการส่งกำลัง

3) การคำนวณหาความเร็วของชุดใบเกลียวอัดแท่งผลไม้กวน

การคำนวณหาความเร็วรอบของชุดใบเกลียวอัดแท่งผลไม้กวนโดยใช้มอเตอร์ขนาด 1/3 แรงม้า ด้วยความเร็ว 1450 รอบต่อนาที เป็นต้นกำลัง โดยมีระบบส่งกำลัง ดังแสดงในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 การส่งกำลังมอเตอร์ไปยังชุดใบเกลียวอัดแท่งผลไม้กวน [15]

จากการคำนวณหาอัตราทด จากสมการ 2.45 จะได้

$$\begin{aligned}
 n_1 z_1 &= n_2 z_2 \\
 \text{โดยมี} \quad n_1 &= 1450 \text{ รอบต่อนาที (ออกจาก Worm Gear 1 : 30)} \\
 &= 48 \text{ รอบต่อนาที} \\
 n_2 &= ? \text{ รอบต่อนาที} \\
 z_1 &= 18 \text{ ฟัน} \\
 z_2 &= 34 \text{ ฟัน} \\
 \frac{1450}{30} \times 18 &= n_2 \times 34 \\
 n_2 &= 25 \text{ รอบต่อนาที}
 \end{aligned}$$

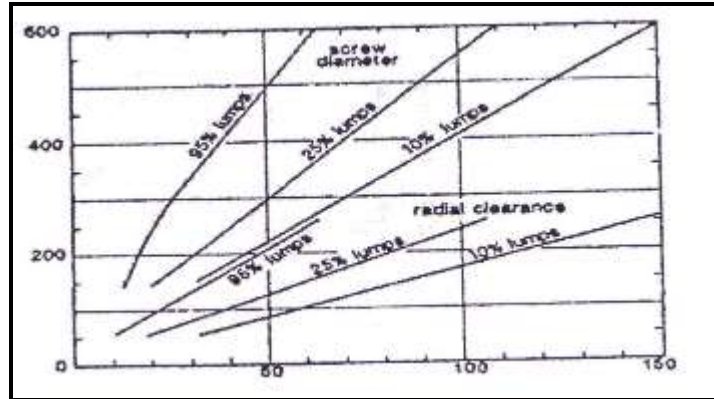
จากการคำนวณหาความเร็วรอบของชุดใบเกียร์อัตราทดแมกนั่มจะใช้ความเร็วรอบเท่ากับ 25 รอบต่อนาที

ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติการไหลของวัสดุ [10]

มุกองวัสดุ (องศา)	คุณสมบัติในการไหล
25-30	ไหลได้ดีมาก
30-38	ไหลได้ดี
38-45	ไหลได้พอสมควร
45-55	วัสดุที่มีคุณสมบัติการเกาะติดไหลได้ยาก
55-70	วัสดุที่มีคุณสมบัติการเกาะติดสูงไหลได้ยากมาก

จากตารางที่ 3.2 สามารถสรุปได้ว่า ค่ามุกองของวัสดุ 30.8 องศาคุณสมบัติในการไหลนั้นไหลได้ดี อัตราการขนถ่ายวัสดุ

ระยะพิตซ์ของสกรู (p) ขนถ่ายเท่ากับ 58 มิลลิเมตร ความเร็วรอบของสกรูขนถ่าย (N) 48 รอบ/นาที ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบสกรู (D) และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลาสกรู (d) มีขนาด 66 มิลลิเมตร และ 25.4 มิลลิเมตร ตามลำดับ และค่าความหนาแน่นของดิน (Pb) อยู่ระหว่าง 1.00 -1.50 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งจากรูปที่ 3.8 ค่าแฟกเตอร์ความเต็มราง $k = 0.15$ และอัตราการขนถ่ายวัสดุที่ต้องการขนถ่ายคือ 8 กิโลกรัม/นาที ดังแสดงในรูปที่ 3.8 [10]

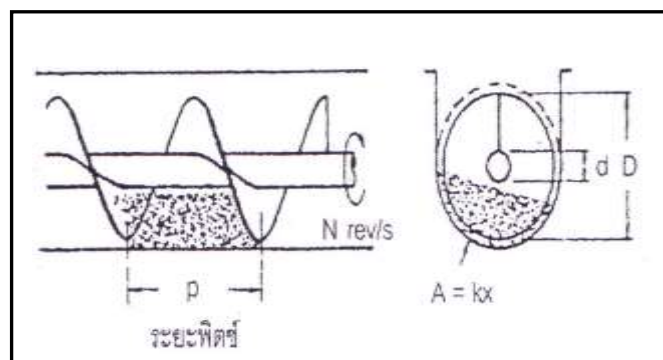


รูปที่ 3.8 แสดงขนาดก้อนวัสดุใหญ่ที่สุดและขนาดของสกรูที่เหมาะสม [10]

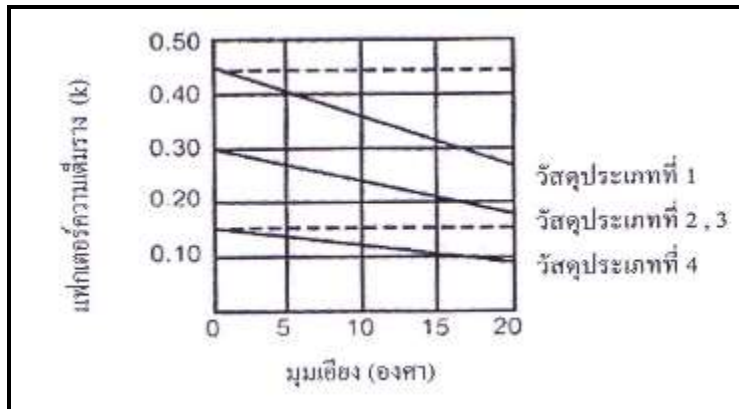
วัสดุมีขนาดเล็กกว่า 0.002 มิลลิเมตรและจากรูปที่ 3.6 ขนาดของใบสกรูจึงเป็น 97 มิลลิเมตร มีระยะว่างตามแนวรัศมี (Radial Clearance) เป็น 41 มิลลิเมตร และระยะระหว่างใบสกรูกับราง 3 มิลลิเมตร

$$\begin{aligned} \text{จึงได้ขนาดเพลาสกรู} &= \left(\frac{97}{2} - (41 - 2) \right) \times 2 \\ &= 29.5 \text{ มิลลิเมตร} \end{aligned}$$

จึงได้ขนาดเพลาสกรู เท่ากับ 30 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.9 แสดงหลักการคำนวณหาอัตราการขนถ่ายวัสดุ [10]



รูปที่ 3.10 แสดงแฟกเตอร์ความเร็วเต็มร่าง (k) [10]

ค่าแฟกเตอร์ความเร็วเต็มร่างที่นำมาใช้เหมาะสมกับชนิดวัสดุต่อไปนี้

ประเภทที่ 1 วัสดุเบาไหลได้ดี ไม่มีควมคม เช่น เมล็ดข้าวสาลี ข้าวไรย์ ฝักข้าวโพด กราไฟต์ แป้งหมี่ และอื่น ๆ แฟกเตอร์ความเร็วเต็มร่าง $k = 0.45$

ประเภทที่ 2 วัสดุไม่มีความคม คุณสมบัติในการไหลได้น้อยกว่าวัสดุประเภทที่ 1 (วัสดุก้อนเล็กผสมกับวัสดุละเอียด) เช่น แป้งอบขนมปัง ฝักข้าวป่น ถ่านหินบดละเอียด ข้าวโพดบด แฟกเตอร์ความเร็วเต็มร่าง $k=0.30$

ประเภทที่ 3 คุณสมบัติการไหลคล้ายแบบประเภทที่ 2 แต่มีความคมมากกว่า ต้องการความเร็วรอบของสกรูต่ำ เช่น ซีเมนต์แห้ง ปูนซีเมนต์ เกลือ ถ่านไม้ ซอล์ค และอื่น ๆ วัสดุประเภทนี้มีรหัสควมคม 6 แฟกเตอร์ความเร็วเต็มร่าง $k=0.30$

ประเภทที่ 4 วัสดุมีความคมและคุณสมบัติในการไหลไม่ดี เช่น ถ่านหิน กากถ่านหิน กากแร่จากเตา อะลูมินา (alumina) แร่ bauxite บด ทราแยแห้ง อื่น ๆ วัสดุประเภทนี้มีรหัสควมคม 7 แฟกเตอร์ความเร็วเต็มร่าง $k=0.15$

ค่าแฟกเตอร์ความเร็วเต็มร่างนี้ ใช้สำหรับการขนถ่ายวัสดุด้วยสกรูขนถ่ายวัสดุตามแนวระดับเท่านั้น
หาอัตราการขนถ่ายเชิงปริมาตร (V) โดย A คือพื้นที่หน้าตัดของใบสกรูขนถ่ายวัสดุ

$$V = pNA \quad (2.58)$$

$$= 85 \times \frac{1440}{60} \times \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} k \quad (2.59)$$

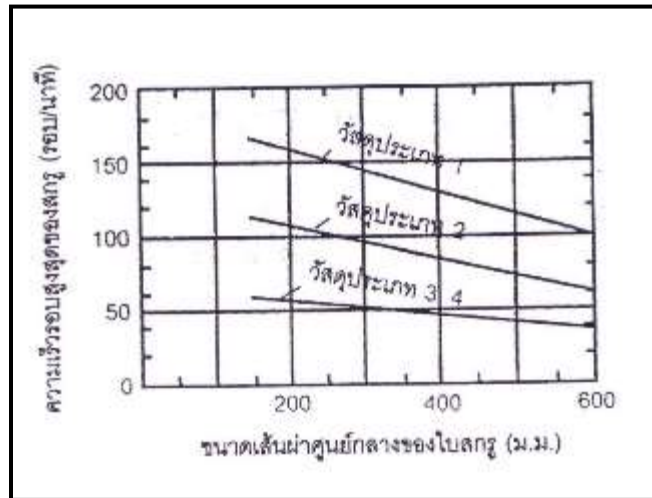
$$= 85 \times 24 \times \frac{\pi(66^2 - 25.4^2)}{4} 0.15$$

$$= 891,832.9978 \text{ ลูกบาศก์มิลลิเมตร/นาที}$$

$$= 891.834 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร/นาฬิกา}$$

$$= 0.00089 \text{ ลูกบาศก์เมตร/นาฬิกา}$$

จากการคำนวณอัตราในการขนถ่ายเชิงปริมาตร สามารถขนถ่ายดินได้ 0.00089 ลูกบาศก์เมตร/นาฬิกา



รูปที่ 3.11 แสดงความเร็วรอบสูงสุดของสกรูขนถ่ายวัสดุ [10]

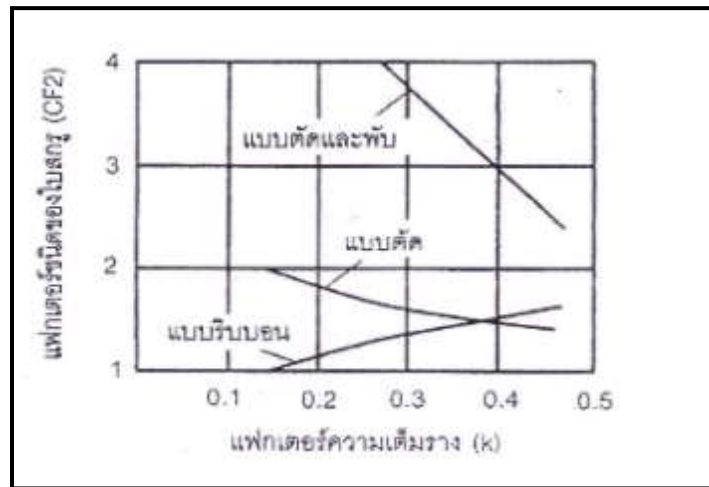
จากรูปที่ 3.11 แสดงความเร็วรอบสูงสุดของสกรู เมื่อใบสกรูขนาด 66 มิลลิเมตร เท่ากับ 30 รอบ/นาที โดยขนาดเพลาสกรูเท่ากับ มิลลิเมตร และจากตารางที่ จะได้ค่า $CF_1 = 1.0$, $CF_2 = 1.0$ และ $CF_3 = 1.80$ แล้วแทนค่าในสมการดังนี้

$$\begin{aligned}
 m_i &= \frac{P_b \pi (D^2 - d^2) k p N}{4 CF_1 CF_2 CF_3} & (2.60) \\
 &= \frac{1.143 \times 10^{-6} \times \pi \times (66^2 - 25.4^2) \times 1.5 \times 58 \times 30}{4 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.08} \\
 &= 1 \text{ กิโลกรัม/นาฬิกา}
 \end{aligned}$$

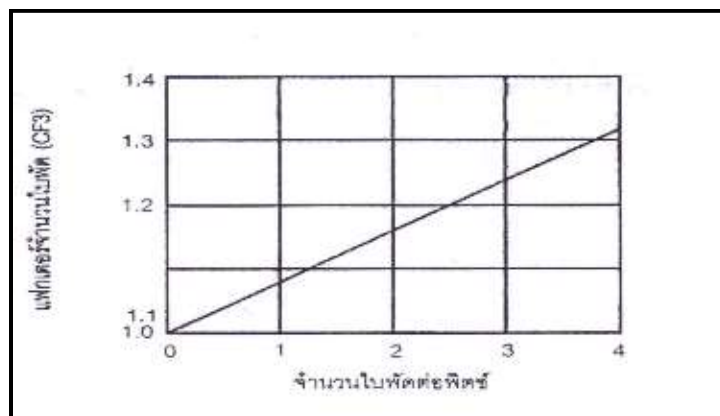
ค่า m_s ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าอัตราการขนถ่ายที่ต้องการตั้งนั้นใบสกรู 66 มิลลิเมตร จึงสามารถใช้งานได้

ตารางที่ 3.3 แฟกเตอร์ระยะพิตช์ใบสกรู [10]

รายละเอียดของระยะพิตช์	CF_1
ระยะพิตช์ = เส้นผ่านศูนย์กลางของใบสกรู	1.00
ระยะพิตช์ = $2/3$ เส้นผ่านศูนย์กลางของใบสกรู	1.50
ระยะพิตช์ = $1/2$ เส้นผ่านศูนย์กลางของใบสกรู	2.00
ระยะพิตช์ = $3/2$ เส้นผ่านศูนย์กลางของใบสกรู	0.67



รูปที่ 3.12 แสดงแฟกเตอร์ชนิดของใบสกรู [10]



รูปที่ 3.13 แสดงแฟกเตอร์จำนวนใบพิตช์ [10]

ซึ่งสามารถหาค่าความเร็วรอบของเพลาสกรู (N) ได้ดังสมการได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 N &= \frac{4m_s CF_1 CF_2 CF_3}{P_b \pi (D^2 - d^2) k_p} & (2.61) \\
 &= \frac{4 \times 8 \times 1.0 \times 1.08}{1.143 \times 10^{-6} \times \pi \times (66^2 - 25.4^2) \times 0.15 \times 58} \\
 &= 29.8 \text{ รอบ/นาที}
 \end{aligned}$$

จากการคำนวณหาความเร็วรอบของเพลาสกรูได้ 29.8 รอบ/นาที แต่เลือกใช้ความเร็วรอบของเพลาสกรู 48 รอบ/นาที เนื่องจากสามารถเลือกใช้เกียร์ทด 1:30 ที่มีตามท้องตลาดได้ง่ายกว่า

3.2.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ ในส่วนของการดำเนินการสร้างเครื่องจะประกอบไปด้วยเครื่องมือ เครื่องจักรที่เข้ามาเกี่ยวข้องดังนี้

- 1) เครื่องกลึง ยี่ห้อ VICTOR
- 2) เครื่องกลึง CNC ยี่ห้อ MAZAK
- 4) เครื่องตัดไฟเบอร์ขนาด 14 นิ้ว ยี่ห้อ MAKITA รุ่น 2414NB
- 5) เครื่องเชื่อมตักยี่ห้อ POWELD-TIG รุ่น PW-310WP-5
- 6) เครื่องมือกลพื้นฐาน มีดังต่อไปนี้
 - กลุ่มเครื่องมือมีดังต่อไปนี้ ตะไบต่าง ๆ เลื่อย ค้อน สกัด ประแจปากตาย ประแจเลื่อน คีม ล็อค ปากกาจับยึด ไชควง
 - กลุ่มเครื่องมือกลมีดังต่อไปนี้ เครื่องเจียรระไนมือ สว่านมือ
 - กลุ่มเครื่องมือวัด มีดังต่อไปนี้ เวอร์เนียคาลิปเปอร์ เวอร์เนียไฮเกต ตลับเมตร ฟุตเหล็กฉาก
 - กลุ่มอุปกรณ์ป้องกันมีดังต่อไปนี้ ถุงมือหนัง แวนตา จุกอุดหู

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

จากการคำนวณและการออกแบบชิ้นส่วนต่าง ๆ ในขั้นตอนการผลิตและสร้างเครื่อง จะผลิตตามแบบที่ได้ ออกแบบไว้และได้ทำการจัดซื้อจัดหาวัสดุและชิ้นส่วนต่าง ๆ จากท้องตลาด ดังแสดงในตาราง 3.4

ตารางที่ 3.4 รายการวัสดุและชิ้นส่วนมาตรฐาน

ที่	รายการ	วัสดุ	ขนาด	จำนวน
1	มอเตอร์	-	AC 220 V 1/3 HP	1 ตัว
2	มอเตอร์เกียร์แบบขาตั้ง	-	AC 100 W	1 ตัว
3	เฟืองโซ่	เหล็ก S45C	18 ฟัน เบอร์ 40	1 ลูก
4	เฟืองโซ่	เหล็ก S45C	15 ฟัน เบอร์ 40	1 ลูก
5	เฟืองโซ่	เหล็ก S45C	34 ฟัน เบอร์ 40	2 ลูก
6	เหล็กกล่อง	Stainless Steels	1" × 1"	1 เส้น
7	เหล็กกล่อง	Stainless Steels	1.5" × 1.5"	2 เส้น
8	เหล็กแผ่น	Stainless Steels	45 cm × 80 cm หนา 2 mm	1 แผ่น
9	เหล็กแผ่น	Stainless Steels	4' × 8' หนา 1.50 mm	2 แผ่น
10	เหล็กแผ่นวงกลม	Stainless Steels	φ 143 mm หนา 12 mm	6 แผ่น
11	ท่อ	Stainless Steels	2"1/2 หนา /16"	1 ท่อน
12	เหล็กฉาก	Stainless Steels	1" × 1/8" 120"	1 ท่อน
13	เหล็กฉาก	Stainless Steels	1"1/2 × 1/8" 60"	1 ท่อน
14	แผ่นแท่นมอเตอร์	Stainless Steels	6" × 8"	1 แผ่น
15	เพลลา	Stainless Steels	φ 30 mm. × 535 mm.	1 ท่อน
16	เพลลา	Stainless Steels	φ 25 mm. × 530 mm.	1 ท่อน
17	Worm Gear	-	1 : 30	1 ตัว
18	Bearing	-	25 mm.	2 ตัว
19	สกรูและน็อต	Stainless Steels	1/4" × 1"1/2	20 ชุด
20	สกรูและน็อต	Stainless Steels	5/16"×1"	20 ชุด
21	สกรูและน็อต	Stainless Steels	3/8" × 2"	8 ชุด
22	สกรูตัวหนอนดำ(มิล)	-	8 mm × 1.25 mm × 25 mm	8 ตัว

ตารางที่ 3.4 รายการวัสดุและชิ้นส่วนมาตรฐาน (ต่อ)

ที่	รายการ	วัสดุ	ขนาด	จำนวน
23	สกรูตัวหนอนดำ(มิล)	-	8 mm x 1.25 mm x 19 mm	4 ตัว
24	ตลับลูกปืน	-	1"	2 ตัว
25	ซีลยาง	ยาง	1"	2 ตัว
26	คัปปลิ่ง	เหล็กหล่อ	∅ 65 mm.	1 ลูก
27	โซ่ เบอร์ 40	-	-	2 เส้น
28	ฝาครอบความปลอดภัย	Stainless Steels	-	2 ชิ้น
29	สายไฟ	-	-	1 เส้น
30	เบรกเกอร์	-	-	1 ตัว
31	สวิตช์ปิด-เปิด	-	-	2 ตัว

3.3.1 ส่วนประกอบของเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ

- 1) ชุดโครงสร้างเครื่องเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ แสดงดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 ลักษณะของโครงสร้างของเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ

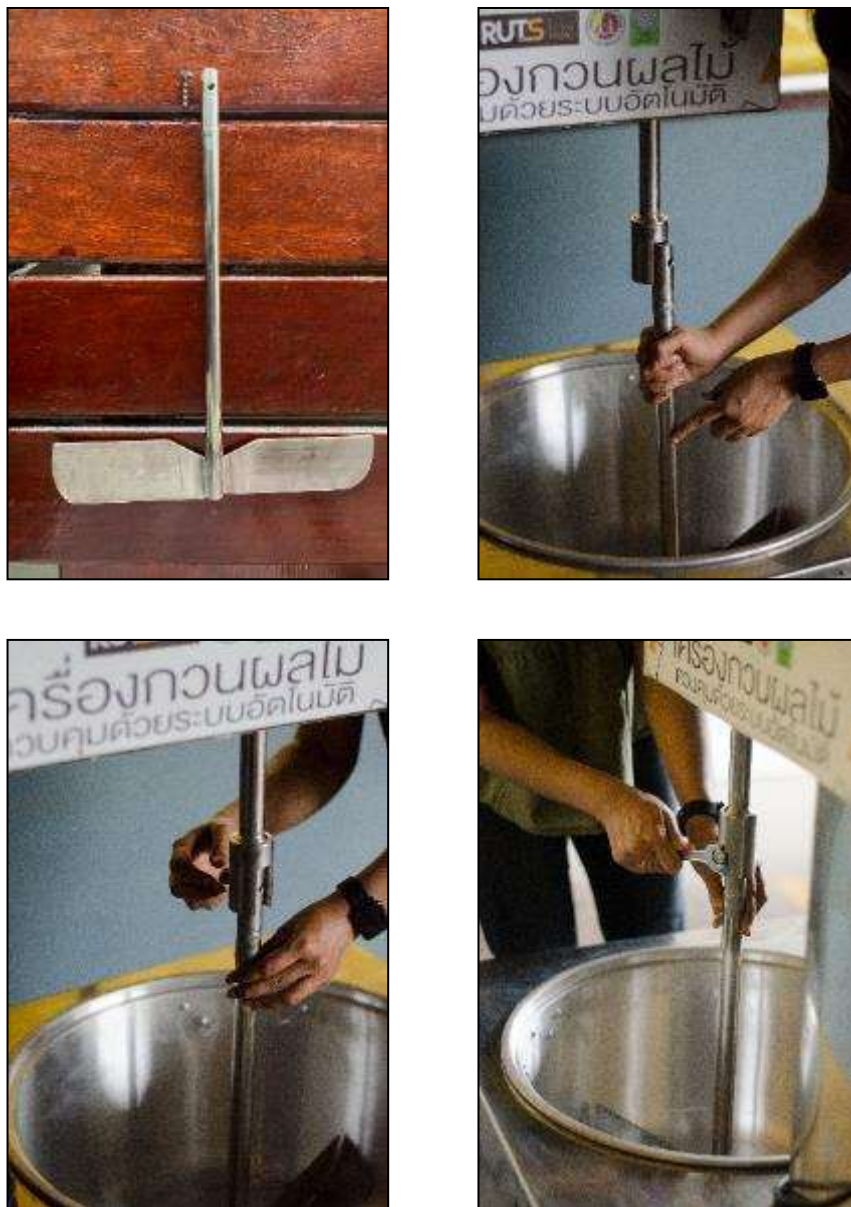
2) บรรจุเตาแก๊สในช่องบรรจุเตาแก๊ส เพื่อให้ความร้อนในการแปรรูปผลไม้กวน แสดงดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 บรรจุเตาแก๊ส

3) ประกอบหม้อกวนและใบกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ โดยจะมีสกรูเป็นตัวยึดระหว่างใบกวนกับข้อต่อใบกวน แสดงดังรูปที่ 3.24





รูปที่ 3.16 หม้อกวนและใบกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ

3.3.2 ส่วนประกอบของเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน

1) ชุดโครงสร้างเครื่องอัดแท่งผลไม้ ได้ออกแบบ $400 \times 850 \times 750$ มิลลิเมตร โดยมีด้านความยาวยึดติดกับชุดอัดแท่งเนื้อผลไม้และชุดกวนเนื้อผลไม้กวน ดังแสดงในรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 ลักษณะของโครงสร้างของเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน

2) ชุดอัดแท่งเนื้อผลไม้กวน ได้ออกแบบเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 76 มิลลิเมตร ยาว 350 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 ลักษณะของชุดอัดแท่งเนื้อผลไม้กวน

3.3.2.1 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของชุดอัดแท่งผลไม้กวน สามารถแยกเป็นชุดชิ้นส่วนต่าง ๆ ได้ดังนี้

1) เพลลาอัดแท่งเนื้อผลไม้กวน ขนาดของเพลลาเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตร ส่วนใบกวนที่ใช้ในการอัดเนื้อผลไม้กวน มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 67 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 เพลาอัดแท่งเนื้อผลไม้กวน

2) หน้าแปลนชุดอัดแท่งเนื้อผลไม้กวน ได้ออกแบบมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 140 มิลลิเมตร หนา 8 มิลลิเมตร โดยหน้าแปลนตัวเมีย ดังแสดงในรูปที่ 3.20 (ก) ส่วนหน้าแปลนตัวผู้ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 140 มิลลิเมตร หนา 10 มิลลิเมตร จะยึดติดกับตัวกระบออัดเนื้อผลไม้กวน ดังแสดงในรูปที่ 3.20 (ข)



(ก) หน้าแปลนตัวเมีย



(ข) หน้าแปลนตัวผู้

รูปที่ 3.20 ลักษณะของหน้าแปลน

3) แบริ่ง มีรูเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 25 มิลลิเมตร เพื่อให้เหมาะสมกับเพลลา และเป็นที่รับน้ำหนักของชิ้นส่วนอื่น ๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 ลักษณะของแบริ่งสวมติดกับตุ้กดุม

5) เฟืองโซ่ มีหน้าที่ในการขับเคลื่อนชุดอัดเนื้อผลไม้กวน ดังแสดงในรูปที่ 3.22 (ก) เฟืองโซ่ขับมีจำนวน 18 ฟัน และ เฟืองโซ่ตามมีจำนวน 34 ฟัน ดังแสดงในรูปที่ 3.22 (ข)



(ก) เฟืองโซ่ขับจำนวน 18 ฟัน



(ข) เฟืองโซ่ตามจำนวน 34 ฟัน

รูปที่ 3.22 ลักษณะเฟืองโซ่ขับเพลลา

9) มอเตอร์ ใช้ขนาด 1/3 แรงม้า ด้วยความเร็ว 1450 รอบต่อนาที เป็นต้นกำลัง เพื่อขับเคลื่อนชุดอัดแห้งผลไม้กวน ดังแสดงในรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.23 ลักษณะของมอเตอร์

10) คัปปลิ่ง จะใช้ขนาด 65 มิลลิเมตร เพื่อต่อระหว่างเกียร์ทด 1 : 30 รอบต่อนาที กับเพลา มอเตอร์ 1/3 แรงม้า เป็นต้นกำลังขับเคลื่อนเนื้อผลไม้กวน ดังแสดงในรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.24 ลักษณะของคัปปลิ่ง

3.3.3 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของชุดกวนเนื้อผลไม้กวน สามารถแยกเป็นชุดชิ้นส่วนได้ดังนี้

1) มอเตอร์เกียร์ ใช้ขนาด 100 วัตต์ ด้วยความเร็ว 1450 รอบต่อนาที เป็นต้นกำลัง และใช้เกียร์ทด รอบ 1 : 25 รอบต่อนาที เพื่อให้เนื้อผลไม้กวน ส่งผ่านมายังชุดอัดแท่งผลไม้กวน ดังแสดงในรูปที่ 3.25



รูปที่ 3.25 ลักษณะของมอเตอร์เกียร์

3.4 วิธีการทดสอบเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน

การทดสอบในการกวนผลไม้ด้วยเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ สำหรับในครั้งนี้จะใช้สับปะรดกวนเป็นวัตถุดิบในการทดสอบเครื่องกวน ดังแสดงในการทดลองครั้งนี้

1) หลังจากทำการบรรจุเตาแก๊ส หม้อกวน และใบกวนเรียบร้อยแล้วทำการต่อสายเข้ากับเต้าเสียบ แสดงดังรูปที่ 3.26

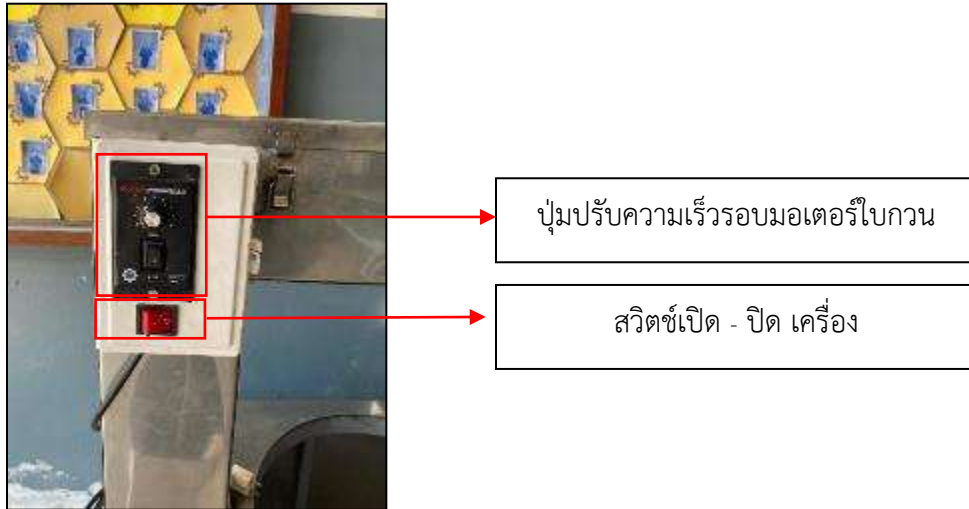


สายไฟ AC Power



รูปที่ 3.26 สายไฟ AC Power

2) กดสวิตช์ เปิด - ปิด เครื่อง และสามารถปรับความเร็วในการหมุนของใบกวนควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ
ได้



รูปที่ 3.27 สวิตช์ เปิด - ปิด เครื่องและปุ่มปรับความเร็วรอบมอเตอร์ใบกวน



รูปที่ 3.28 แสดงการใช้งานเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ

การทดสอบในการอัดแท่งผลไม้กวน สำหรับการทำให้ในครั้งนี้ ใช้สับประตกวนเป็นวัตถุดิบในการอัดแท่งผลไม้กวน ดังแสดงในการทดลองครั้งนี้

1) ประกอบอุปกรณ์ส่วนท้ายเครื่อง โดยนำหัวประตอกวนประกอบเข้ากับชิ้นส่วนท้ายถังเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน แสดงดังรูปที่ 3.29 และ รูปที่ 3.30



(ก)



(ข)

(ก) ภาพมุมมองด้านล้างหัวประตอกวน

(ข) ภาพมุมมองด้านข้างหัวประตอกวน

รูปที่ 3.29 หัวประตอกวน



รูปที่ 3.30 ประกอบหัวประตอกวน

2) ประกอบส่วนอัดผลไม้กวน ขั้นตอนนี้ต่อจากขั้นตอนการประกอบส่วนท้ายเครื่องเสร็จแล้ว จากนั้นนำท่อลำเลียงประกอบเข้าในเครื่อง โดยจะต้องให้ส่วนหัวแกนของท่อลำเลียง ตรงกับช่องรองรับในแกน เพื่อให้มอเตอร์ขับเคลื่อนข้อต่อใบกวนทำงานได้ แสดงดังรูปที่ 3.31 และ รูปที่ 3.32

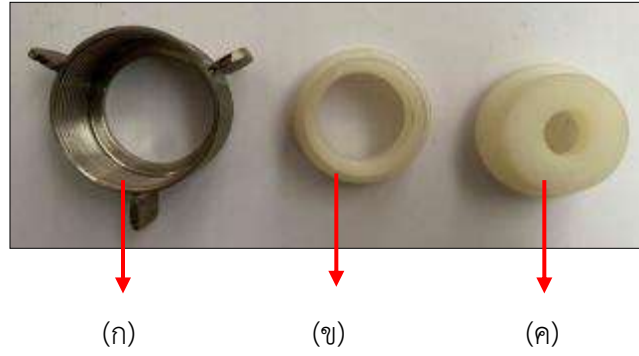


รูปที่ 3.31 สกรูลำเลียง



รูปที่ 3.32 ประกอบสกรูลำเลียงเข้ากับแกนมอเตอร์

3) ประกอบส่วนหัวจ่ายบรรจุผลไม้กวนเป็นผลิตภัณฑ์ผลไม้กวนอัดแท่ง ขั้นตอนนี้จะเป็นลำดับสุดท้ายในการประกอบเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน โดยบุชผลไม้กวนอัดแท่งมีบุช 2 ขนาด คือ เส้นผ่านศูนย์กลางที่ 15 และ 30 มิลลิเมตร สามารถถอดเปลี่ยนได้แสดงดังรูปที่ 3.33 หลังจากนั้นทำการประกอบเข้ากับในส่วนของหัวจ่ายผลไม้กวน แสดงดังรูปที่ 3.34



- (ก) ปลอกสวมหัวจ่ายเนื้อผลไม้กวน
 (ข) บูชเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 30 มิลลิเมตร
 (ค) บูชเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 15 มิลลิเมตร

รูปที่ 3.33 ขนาดของบูชบรรจุผลไม้กวน



รูปที่ 3.34 ประกอบหัวจ่ายบรรจุผลไม้กวน

4) ทำการเสียบปลั๊กเข้ากับเต้าเสียบจากนั้นทำการเปิดสวิตช์เพื่อเริ่มการทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 3.35



เปิดสวิตช์เพื่อสั่งให้มอเตอร์ขับเคลื่อนสายพานลำเลียง

เปิดสวิตช์เพื่อสั่งให้มอเตอร์เครื่องอัด
เนื้อผลไม้กวนทำงาน สามารถปรับความเร็ว
รอบในการหนนอัดได้

รูปที่ 3.35 การเปิดสวิตช์ชุดกวนเนื้อผลไม้

5) นำเนื้อผลไม้กวนใส่ช่องสกรูลำเลียงผลไม้ แสดงดังรูปที่ 3.36



รูปที่ 3.36 กระบวนการของเครื่อง

3.5 วิธีการถ่ายทอดองค์ความรู้เครื่องกวนผลไม้และเครื่องอัดแท่งผลไม้กวนสู่ชุมชน

1) กิจกรรมดำเนินการประสานงานกับกลุ่มจังหวัดเป้าหมาย โดยเกษตรจังหวัดร่วมกับเกษตรอำเภอเข้าสำรวจเกษตรกรที่ทำอาชีพการกวนผลไม้หรือมีความสนใจในการกวนผลไม้เข้ามามีส่วนร่วมในโครงการ และพื้นที่โครงการความร่วมมือระหว่าง กองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร (กอ.รมน.) และ สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) : ชุมชนผลิตผลไม้กวนในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนใต้ ได้แก่ จังหวัดปัตตานี จังหวัดยะลา และจังหวัดนราธิวาส จำนวน 10 กลุ่มเป้าหมาย ผู้เข้าร่วมโครงการจำนวน 100 คน โดยมีรายชื่อกลุ่มเป้าหมายตามโครงการ ดังนี้

(1) กลุ่มดูแลเด็กกำพร้าและยากจน บ้านป่าหวัง หมู่ที่ 1 ตำบลบันนังสตา อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา ประธานกลุ่ม นายฟรุ๊กอน สะแลแม โทรศัพท์ 093-6943344

(2) กลุ่มสตรีบ้านปีแยะ บ้านเลขที่ 56 บ้านปีแยะ หมู่ที่ 6 ตำบลป้อมัง อำเภอรามัญ จังหวัดยะลา ประธานกลุ่ม นางสาวอิชะ มะโซะ โทรศัพท์ 089-2991905

(3) วิสาหกิจชุมชนการแปรรูปผลผลิตการเกษตร ศูนย์การเรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าการเกษตร (ศพก.) บ้านเลขที่ 80 บ้านบันนังกระแจะ หมู่ที่ 5 ตำบลธารโต อำเภอดุสิต จังหวัดยะลา ประธานกลุ่ม นายจรัสศักดิ์ ชุมนุมนณี โทรศัพท์ 084-9670481 / 086-2859938

(4) วิสาหกิจชุมชนกลุ่มทุเรียนสวนพ่อน้ำ จินดารัตน์ บ้านเลขที่ 419 หมู่ที่ 7 ตำบลแม่หวาด อำเภอดุสิต จังหวัดยะลา โทรศัพท์ 081-8982657

(5) วิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่ทุเรียนตำบลตาชี เลขที่ 48 บ้านไร่ หมู่ที่ 4 ตำบลตาชี อำเภอยะหา จังหวัดยะลา ประธานกลุ่ม นายสุริยรินทร์ ศรีสุข โทรศัพท์ 094-6202525

(6) วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรน้ำตกทรายขาว บ้านเลขที่ 31 บ้านตกวัดทรายขาว หมู่ที่ 5 ตำบลทรายขาว อำเภอโคกโพธิ์ จังหวัดปัตตานี ประธานกลุ่ม นางชญาดา สุวรรณรัตน์ โทรศัพท์ 089-2954584

(7) วิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่ทุเรียนตำบลกระโดตำบลวัด บ้านเลขที่ 36/4 บ้านบาศากาจิ หมู่ที่ 2 ตำบลกระโด อำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี ประธานกลุ่ม นายอาแว กระโด โทรศัพท์ 087-2955768

(8) วิสาหกิจชุมชนกลุ่มอิลยัสทุเรียนกวน บ้านเลขที่ 70/1 บ้านบูเกะ หมู่ที่ 2 ตำบลบูเกะ อำเภอเจาะไอร้อง จังหวัดนราธิวาส ประธานกลุ่ม นายอิลยัส กุโน โทรศัพท์ 089-4679302

(9) วิสาหกิจชุมชนกลุ่มทุเรียนกวนแม่บ้านเกษตรกรบ้านบูเกะ บ้านเลขที่ 72 บ้านบูเกะ หมู่ที่ 2 ตำบลบูเกะ อำเภอเจาะไอร้อง จังหวัดนราธิวาส ประธานกลุ่ม นางสุมล แวยาโก๊ะ โทรศัพท์ 081-2763325

(10) วิสาหกิจชุมชนกลุ่มทุเรียนกวนบ้านบูเกะ บ้านเลขที่ 258 บ้านโตะเล็ง หมู่ที่ 3 ตำบลบูเกะ อำเภอเจาะไอร้อง จังหวัดนราธิวาส ประธานกลุ่ม นายรอมือลี ตามะ โทรศัพท์ 089-5970856

2) กิจกรรมดำเนินการสร้างเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน ตามแบบที่กำหนด โดยมีเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ จำนวน 10 เครื่อง และเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน

จำนวน 10 เครื่อง ซึ่งแต่ละกลุ่มเป้าหมายจะได้รับกลุ่มละ 2 เครื่อง ประกอบด้วย เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ จำนวน 1 เครื่อง และเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน จำนวน 1 เครื่อง

3) กิจกรรมทดสอบประสิทธิภาพเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน ก่อนการส่งมอบ ครั้งที่ 1 จำนวน 4 เครื่อง ณ ชุมชนผลิตผลไม้กวนในพื้นที่จังหวัดปัตตานี จำนวน 2 กลุ่มเป้าหมาย

4) กิจกรรมถ่ายทอดองค์ความรู้ การจัดการความรู้นวัตกรรม และติดตามผลการดำเนินงานเครื่องกวนผลไม้ ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน แก่ชุมชนผลิตผลไม้กวนในพื้นที่จังหวัดปัตตานี จำนวน 2 กลุ่มเป้าหมาย ประกอบด้วย

(1) วิชากิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรน้ำตกทรายขาว บ้านเลขที่ 31 บ้านตกวัดทรายขาว หมู่ที่ 5 ตำบลทรายขาว อำเภอโคกโพธิ์ จังหวัดปัตตานี ประธานกลุ่ม นางชญาดา สุวรรณรัตน์ โทรศัพท์ 089-2954584

(2) วิชากิจชุมชนแปลงใหญ่ทุเรียนตำบลกระโดตำบลวัด บ้านเลขที่ 36/4 บ้านบาศากาจิ หมู่ที่ 2 ตำบลกระโด อำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี ประธานกลุ่ม นายอาแว กระโด โทรศัพท์ 087-2955768

5) กิจกรรมทดสอบประสิทธิภาพเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน ก่อนการส่งมอบ ครั้งที่ 2 จำนวน 6 เครื่อง ณ ชุมชนผลิตผลไม้กวนในพื้นที่จังหวัดนราธิวาส จำนวน 3 กลุ่มเป้าหมาย

6) กิจกรรมถ่ายทอดองค์ความรู้ การจัดการความรู้นวัตกรรม และติดตามผลการดำเนินงานเครื่องกวนผลไม้ ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน แก่ชุมชนผลิตผลไม้กวนในพื้นที่จังหวัดนราธิวาส จำนวน 3 กลุ่มเป้าหมาย ประกอบด้วย

(1) วิชากิจชุมชนกลุ่มอิลัยสุเรียนกวน บ้านเลขที่ 70/1 บ้านบูเกะ หมู่ที่ 2 ตำบลบุกิต อำเภอเจาะไอร้อง จังหวัดนราธิวาส ประธานกลุ่ม นายอิลัยส กุโน โทรศัพท์ 089-4679302

(2) วิชากิจชุมชนกลุ่มทุเรียนกวนแม่บ้านเกษตรกรบ้านบูเกะ บ้านเลขที่ 72 บ้านบูเกะ หมู่ที่ 2 ตำบลบุกิต อำเภอเจาะไอร้อง จังหวัดนราธิวาส ประธานกลุ่ม นางสุมล แวยาโก๊ะ โทรศัพท์ 081-2763325

(3) วิชากิจชุมชนกลุ่มทุเรียนกวนบ้านบุกิต บ้านเลขที่ 258 บ้านโต๊ะเล็ง หมู่ที่ 3 ตำบลบุกิต อำเภอเจาะไอร้อง จังหวัดนราธิวาส ประธานกลุ่ม นายรอมือลี ตามะ โทรศัพท์ 089-5970856

7) กิจกรรมทดสอบประสิทธิภาพเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน ก่อนการส่งมอบ ครั้งที่ 3 จำนวน 10 เครื่อง ณ ชุมชนผลิตผลไม้กวนในพื้นที่จังหวัดยะลา จำนวน 5 กลุ่มเป้าหมาย

8) กิจกรรมถ่ายทอดองค์ความรู้ การจัดการความรู้นวัตกรรม และติดตามผลการดำเนินงานเครื่องกวนผลไม้ ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน แก่ชุมชนผลิตผลไม้กวนในพื้นที่จังหวัดยะลา จำนวน 5 กลุ่มเป้าหมาย ประกอบด้วย

(1) กลุ่มดูแลเด็กกำพร้าและยากจน บ้านป่าหวัง หมู่ที่ 1 ตำบลบันนังสตา อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา ประธานกลุ่ม นายฟรุคอน สะแลแม โทรศัพท์ 093-6943344

(2) กลุ่มสตรีบ้านปีแยะ บ้านเลขที่ 56 บ้านปีแยะ หมู่ที่ 6 ตำบลป้อมัง อำเภอรามัญ จังหวัดยะลา ประธานกลุ่ม นางสาวอิชะ มะโซะ โทรศัพท์ 089-2991905

(3) วิชาทกิจชุมชนการแปรรูปผลผลิตผลการเกษตร ศูนย์การเรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้า การเกษตร (ศพก.) บ้านเลขที่ 80 บ้านบันนังกระแจะ หมู่ที่ 5 ตำบลธารโต อำเภอดงธารโต จังหวัดยะลา ประธาน กลุ่ม นายอรรค์ศักดิ์ ชุมนุมนมณี โทรศัพท์ 084-9670481 / 086-2859938

(4) วิชาทกิจชุมชนกลุ่มทุเรียนสวนพ่อน้ำ จินดารัตน์ บ้านเลขที่ 419 หมู่ที่ 7 ตำบลแม่หวาด อำเภอดงธารโต จังหวัดยะลา โทรศัพท์ 081-8982657

(5) วิชาทกิจชุมชนแปลงใหญ่ทุเรียนตำบลตาชี เลขที่ 48 บ้านไร่ หมู่ที่ 4 ตำบลตาชี อำเภอยะหา จังหวัดยะลา ประธานกลุ่ม นายสุรียนทร์ ศรีสุข โทรศัพท์ 094-6202525

9) กิจกรรมการติดตามประเมินผลโครงการ โดยจัดทำแบบสอบถามความพึงพอใจของเครื่องกวนผลไม้ ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวนต่อกลุ่มเกษตรกรที่เข้าร่วมอบรมในโครงการส่งมอบ

10) กิจกรรมติดตามการใช้งานของกลุ่มเกษตรกรอย่างต่อเนื่อง ผ่านระบบกลุ่มไลน์ที่ชื่อว่า “ผู้ใช้เครื่องกวน และอัดแท่งผลไม้กวน by วช” เพื่อติดตามการใช้งานและรายงานผลการใช้งาน รวมถึงการช่วยเหลือและตอบ คำถามการใช้งานและการซ่อมบำรุงเบื้องต้น

11) กิจกรรมสรุปผลการดำเนินงาน วิเคราะห์ข้อมูล เปรียบเทียบผลการดำเนินงาน และสรุปผลสำรวจ ความพึงพอใจของเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวนต่อกลุ่มเกษตรกรที่เข้าร่วมอบรมในโครงการส่งมอบ

บทที่ 4

ผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์

จากการปรับปรุงแก้ไข และทดลองเครื่องจักรจนมั่นใจในประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องแล้ว ขั้นตอนของผลการทดลองจะดำเนินการทดลองโดยการกวนผลไม้และอัดแท่งผลไม้กวน โดยที่ในการทดลองครั้งนี้ใช้ทุเรียนและสับปะรด โดยเปรียบเทียบกับการทำงานระหว่างเครื่องอัดแท่งผลไม้กวนกับแรงงานคน ซึ่งมีรายละเอียดของผลการทดลองดังนี้

4.1 ผลการทดลอง

4.1.2 เครื่องอัดแท่งผลไม้กวน

จากการทดลองด้วยแรงงานคนในการกวนและบรรจุผลิตภัณฑ์สินค้า โดยการทดลองเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ จะทดลองกวนและวัดอุณหภูมิ สังเกตลักษณะการกวนผลไม้ การมดเข้ากันของเนื้อผลไม้กวน และการใช้กำลังไฟของเครื่อง แสดงดังตารางที่ 1 การทดลองเครื่องอัดแท่งผลไม้กวนโดยการนำทุเรียนมาชั่ง 2000 กรัม จำนวน 10 ก้อน โดยทุเรียนที่นำมาซึ่งทำการกวนเสร็จเรียบร้อยแล้ว และทำการปั่นเป็นก้อนกลมๆ 1 ก้อน โดยทำการจับเวลาไปด้วย แล้วกลิ้งเป็นทรงกระบอก ยาวประมาณ 22 ถึง 25 มิลลิเมตร นำแผ่นฟิล์มใสตัดให้ได้ความยาวประมาณ 28 ถึง 30 มิลลิเมตร แล้วนำทุเรียนที่กลิ้งไว้มาวางบนแผ่นฟิล์มใส จากนั้นทำการกลิ้งให้ได้ขนาดประมาณความยาว 18 ถึง 21 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 25 มิลลิเมตร จนได้ทุเรียนกวนที่บรรจุผลิตภัณฑ์เสร็จเรียบร้อยแล้ว จำนวน 10 แท่ง แล้วคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของดีของเสีย และทำการบันทึกผลจนครบ 5 ครั้ง แล้วทำการบันทึกผลจนครบ 5 ครั้ง จึงได้ผลการทดลองด้วยแรงงานคน ดังแสดงในตาราง 4.2

ตารางที่ 4.1 การเก็บผลการใช้พลังงานของเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติขณะที่เปิดใช้งาน มีแรงดันไฟฟ้า 228.1 V

ครั้งที่	ความเร็วมอเตอร์ (เปอร์เซ็นต์)	การกินกระแสไฟฟ้า(A)	กำลังไฟฟ้า (W)
1	0	0.10	22.810
2	5	0.18	41.058
3	10	0.19	43.339
4	15	0.21	47.901
5	20	0.23	52.463
6	25	0.26	59.306
7	30	0.28	63.868
8	35	0.30	68.43
9	40	0.33	75.273
10	45	0.34	77.554
11	50	0.35	79.835
12	55	0.36	82.116
13	60	0.37	84.397
14	65	0.37	84.397
15	70	0.38	86.678
16	75	0.38	86.678
17	80	0.38	86.678
18	85	0.38	86.678
19	90	0.38	86.678
20	95	0.38	86.678
21	100	0.38	86.678

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองการบรรจุผลิตภัณฑ์สินค้าด้วยแรงงานคน (ทุเรียนกวน)

ครั้งที่	ทุเรียนกวน		ทุเรียนกวนบรรจุผลิตภัณฑ์สำเร็จเรียบร้อย			
	น้ำหนัก (กรัม)	จำนวน (แพ่ง)	เวลา (วินาที)	ดี เปอร์เซ็นต์	ไม่สมบูรณ์ (เปอร์เซ็นต์)	รวม
1	2000	10	470	100	0	100
2	2000	10	460	100	0	100
3	2000	10	480	100	0	100
4	2000	10	475	100	0	100
5	2000	10	485	100	0	100
ค่าเฉลี่ย		10	474	100	0	100

จากการทดลองด้วยแรงงานคนในการบรรจุผลิตภัณฑ์สินค้า โดยการนำสับปะรดกวนมาซึ่ง 2000 กรัม จำนวน 10 ก้อน โดยสับปะรดกวนที่นำมาซึ่งทำการกวนเสร็จเรียบร้อยแล้ว และทำการปั้นเป็นก้อนกลม ๆ 1 ก้อน โดยทำการจับเวลาไปด้วย แล้วกลิ้งเป็นทรงกระบอก ยาวประมาณ 25 ถึง 28 มิลลิเมตร นำแผ่นฟิล์มใสตัดให้ได้ความยาวประมาณ 28 ถึง 30 มิลลิเมตร แล้วนำสับปะรดกวนที่กลิ้งไว้มาวางบนแผ่นฟิล์มใส จากนั้นทำการกลิ้งให้ได้ขนาดประมาณความยาว 20 ถึง 25 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 25 มิลลิเมตร จนได้สับปะรดกวนที่บรรจุผลิตภัณฑ์สำเร็จเรียบร้อย จำนวน 10 แพ่ง แล้วคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของดีของเสีย และทำการบันทึกผลจนครบ 5 ครั้ง แล้วคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของดีของเสีย แล้วทำการบันทึกผลจนครบ 5 ครั้ง จึงได้ผลการทดลองด้วยแรงงานคน ดังแสดงในตาราง 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการบรรจุผลิตภัณฑ์สินค้าด้วยแรงงานคน (สับปรดกวน)

ครั้งที่	สับปรดกวน		สับปรดกวนบรรจุผลิตภัณฑ์สำเร็จเรียบร้อย			
	น้ำหนัก (กรัม)	จำนวน (แพ่ง)	เวลา (วินาที)	ดี (เปอร์เซ็นต์)	ไม่สมบูรณ์ (เปอร์เซ็นต์)	รวม
1	2000	10	450	100	0	100
2	2000	10	440	100	0	100
3	2000	10	460	100	0	100
4	2000	10	450	100	0	100
5	2000	10	470	100	0	100
ค่าเฉลี่ย		10	454	100	0	100

จากการทดลองด้วยเครื่องอัดแท่งผลไม้กวนในการบรรจุผลิตภัณฑ์สินค้า โดยการนำทุเรียนที่ทำการกวนเสร็จเรียบร้อยแล้วมาชั่งให้ได้ 2000 กรัม แล้วนำทุเรียนกวนเข้าเครื่องพร้อมกับจับเวลาไปด้วยตั้งแต่เริ่มใส่ทุเรียนเข้าเครื่องจนออกมาให้ได้ความยาวประมาณ 20 ถึง 25 มิลลิเมตร หยอดทั้ง 7-10 แพ่ง ทำการบันทึกผลจนครบ 5 ครั้ง หลังจากการอัดแท่งเสร็จแล้วนำมาชั่งให้ได้ 190 กรัม แล้วนำมาวางบนแผ่นฟิล์มใส จนได้ทุเรียนกวนที่แพ็คเสร็จเรียบร้อยแล้ว ทำการบันทึกผลจนครบ 5 ครั้ง ดังแสดงในตาราง 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองการบรรจุผลิตภัณฑ์สินค้าด้วยเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน (ทุเรียนกวน)

ครั้งที่	ทุเรียนกวน		ทุเรียนกวนบรรจุผลิตภัณฑ์สำเร็จเรียบร้อย			
	น้ำหนัก (กรัม)	จำนวน (แพ่ง)	เวลา (วินาที)	ดี (เปอร์เซ็นต์)	ไม่สมบูรณ์ (เปอร์เซ็นต์)	รวม
1	2000	8	300	85.4	14.6	100
2	2000	8	290	85.9	14.1	100
3	2000	8	285	86.15	13.85	100
4	2000	8	285	86.15	13.85	100
5	2000	8	280	86.4	13.6	100
ค่าเฉลี่ย		8	288	86	14	100

จากตาราง 4.4 จะเห็นว่าในการทดลองจะมีของดีและไม่สมบูรณ์อยู่ด้วยโดยเฉลี่ย 2000 กรัม จำนวน 8 แห่ง ใช้เวลา 288 วินาที ของดี 86 เปอร์เซ็นต์ ไม่สมบูรณ์ 14 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น โดยหาน้ำหนักหลังการอัดแห้งทุเรียนกวนได้

ดังนั้นของดี 86 เปอร์เซ็นต์

$$= \frac{86}{100} \times 2000 = 1720 \text{ กรัม}$$

ดังนั้นของไม่สมบูรณ์ 14 เปอร์เซ็นต์

$$= \frac{14}{100} \times 2000 = 280 \text{ กรัม}$$

จากการทดลองด้วยเครื่องอัดแห้งผลไม้กวนในการบรรจุผลิตภัณฑ์สินค้า โดยการนำสับประรดที่ทำการกวนเสร็จเรียบร้อยแล้วมาชั่งให้ได้ 2000 กรัม แล้วนำสับประรดกวนเข้าเครื่องพร้อมกับจับเวลาไปด้วยตั้งแต่เริ่มใส่สับประรดเข้าเครื่องจนออกมาให้ได้ความยาวประมาณ 20 ถึง 25 มิลลิเมตร หยอดทั้ง 7-10 แห่ง ทำการบันทึกผลจนครบ 5 ครั้ง หลังจากการอัดแห้งเสร็จแล้วนำมาชั่งให้ได้ 200 กรัม แล้วนำมาวางบนแผ่นฟิล์มใส จนได้สับประรดกวนที่แพ็คเสร็จเรียบร้อยแล้ว ทำการบันทึกผลจนครบ 5 ครั้ง ดังแสดงในตาราง 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองการบรรจุผลิตภัณฑ์สินค้าด้วยเครื่องอัดแห้งผลไม้กวน (สับประรดกวน)

ครั้งที่	สับประรดกวน		สับประรดกวนบรรจุผลิตภัณฑ์เสร็จเรียบร้อยแล้ว			
	น้ำหนัก (กรัม)	จำนวน (แห่ง)	เวลา (วินาที)	ดี (เปอร์เซ็นต์)	ไม่สมบูรณ์ (เปอร์เซ็นต์)	รวม
1	2000	10	280	86.5	13.5	100
2	2000	10	275	86.75	13.25	100
3	2000	10	275	86.75	13.25	100
4	2000	10	270	87	13	100
5	2000	10	260	87.5	12.5	100
ค่าเฉลี่ย		10	272	86.9	13.1	100

จากตาราง 4.5 จะเห็นว่าในการทดลองจะมีของดีและไม่สมบูรณ์อยู่ด้วยโดยเฉลี่ย 2000 กรัม จำนวน 10 แห่ง ใช้เวลา 272 วินาที ของดี 86.9 เปอร์เซ็นต์ ไม่สมบูรณ์ 13.1 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น โดยหาน้ำหนักหลังการอัดแห้ง สับปะรดกวนได้

ดังนั้นของดี 86.9 เปอร์เซ็นต์

$$= \frac{86.9}{100} \times 2000 = 1738 \text{ กรัม}$$

ดังนั้นของไม่สมบูรณ์ 13.1 เปอร์เซ็นต์

$$= \frac{13.1}{100} \times 200 = 262 \text{ กรัม}$$

* หมายเหตุ : เนื่องจากเปอร์เซ็นต์ที่ไม่สมบูรณ์นั้น ที่เกิดจากเนื้อทุเรียนกวนและสับปะรดกวนยังมีการตกค้างอยู่ในกระบอกอัด ในการทดลองครั้งนี้สามารถนำเนื้อทุเรียนกวนและสับปะรดกวนมาใช้ได้ใหม่อีกครั้ง จึงไม่มีปัญหาในการทดลองครั้งต่อไป

4.1.2 เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ

4.1.2.1 จากการทดลองเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ พบว่า สามารถใช้ระยะเวลาในการกวนได้ดีกว่าใช้แรงงานคน และสามารถลดการใช้แรงงานของได้

4.1.2.2 จากการทดลองการอัดแห้งทุเรียนกวนและสับปะรดกวนเปรียบเทียบระหว่างแรงงานคนกับเครื่องอัดแห้งผลไม้กวน สรุปได้ว่าเครื่องอัดแห้งผลไม้กวนได้เร็วกว่าการใช้แรงงานคนโดยผลการทดลองเครื่องอัดแห้งผลไม้กวนจะมีความสามารถในการอัดแห้งทุเรียนกวนประมาณ 25 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และสับปะรดกวนได้ประมาณ 26 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อัดแห้งทุเรียนกวน คิดเป็น 1.67 เท่า และอัดแห้งสับปะรดกวน คิดเป็น 1.63 เท่า ของแรงงานคนที่มีความสามารถในการอัดแห้งทุเรียนกวนได้เพียง ประมาณ 15.19 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และสับปะรดกวนได้เพียง ประมาณ 15.87 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เท่านั้น เพราะเมื่อแรงงานคนปฏิบัติงานเป็นระยะเวลาหนึ่งผู้ปฏิบัติงานจะมีความเมื่อยล้าเกิดขึ้น ในขณะที่เครื่องอัดแห้งผลไม้กวนสามารถผลิตได้อย่างต่อเนื่องความสามารถในการอัดแห้งทุเรียนกวนและสับปะรดกวนระหว่างเครื่องอัดแห้งผลไม้กวนกับแรงงานคน ดังแสดงในตาราง 4.6

ตารางที่ 4.6 ความสามารถในการบรรจุผลิตภัณฑ์สินค้าระหว่างเครื่องกับแรงงานคน

ลักษณะการทำงาน	น้ำหนัก (กรัม)	กำลังการผลิต (ประมาณ)			
		ทุเรียนกวน		สับปะรดกวน	
		เวลา (วินาที)	กิโลกรัม ต่อชั่วโมง	เวลา (วินาที)	กิโลกรัม ต่อชั่วโมง
เครื่องอัดแท่งผลไม้กวน	2000	288	25	272	26
แรงงานคน	2000	474	15.19	454	15.87

จากตาราง 4.6 การทดลองบรรจุผลิตภัณฑ์สินค้าของทุเรียนกวนด้วยเครื่องอัดแท่งผลไม้กวนจากน้ำหนัก 1000 กรัม ได้ 45 นาที แปลงค่าเป็น กิโลกรัมต่อชั่วโมง

$$\begin{aligned}
 1 \text{ กิโลกรัม} &= \frac{288}{2000} \times 1000 \\
 &= 144 \text{ วินาทีต่อกิโลกรัม}
 \end{aligned}$$

ดังนั้น จากวินาทีต่อกิโลกรัม แปลงเป็นนาทีต่อกิโลกรัม

$$\begin{aligned}
 &= \frac{144}{60} \\
 &= 2.4 \text{ นาทีต่อกิโลกรัม}
 \end{aligned}$$

ดังนั้น จากนาทีต่อกิโลกรัม แปลงเป็นกิโลกรัมต่อชั่วโมง

$$\begin{aligned}
 &= \frac{60}{2.4} \\
 &= 25 \text{ กิโลกรัมต่อชั่วโมง}
 \end{aligned}$$

จากตาราง 4.6 การทดลองบรรจุผลิตภัณฑ์สินค้าของสับปะรดกวนด้วยเครื่องอัดแท่งผลไม้กวนจากน้ำหนัก 2000 กรัม ได้ 272 วินาที แปลงค่าเป็น กิโลกรัมต่อชั่วโมง

$$\begin{aligned} 1 \text{ กิโลกรัม} &= \frac{272}{2000} \times 1000 \\ &= 136 \text{ วินาทีต่อกิโลกรัม} \end{aligned}$$

ดังนั้น จากวินาทีต่อกิโลกรัม แปลงเป็นนาทีต่อกิโลกรัม

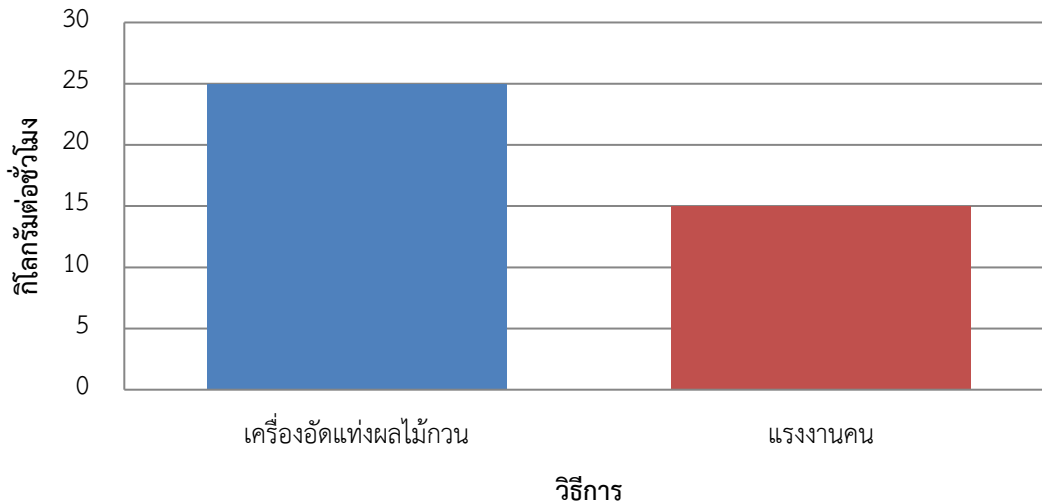
$$\begin{aligned} &= \frac{136}{60} \\ &= 2.3 \text{ นาทีต่อกิโลกรัม} \end{aligned}$$

ดังนั้น จากนาทีต่อกิโลกรัม แปลงเป็นกิโลกรัมต่อชั่วโมง

$$\begin{aligned} &= \frac{60}{2.3} \\ &= 26 \text{ กิโลกรัมต่อชั่วโมง} \end{aligned}$$

จากตาราง 4.6 สามารถแสดงกำลังผลิตเป็นแผนภูมิแท่งได้ ดังแสดงในรูปที่ 4.1

กำลังการผลิต



รูปที่ 4.1 ลักษณะการผลิตเปรียบเทียบระหว่างแรงงานคนกับเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน

ความสามารถในการอัดแท่งทุเรียนกวน คิดเป็น 1.67 เท่า และอัดแท่งสับปรดกวน คิดเป็น 1.63 เท่า และสามารถผลิตต่อเนื่องได้ดีกว่าแรงงานคน ถึงแม้ว่าการอัดแท่งทุเรียนกวนและสับปรดกวนจะมีเศษจากการของเนื้อทุเรียนกวนและสับปรดกวนเป็นบางส่วนแต่เป็นส่วนน้อย และสามารถนำไปใช้ได้อีก

ดังนั้นเครื่องอัดแท่งผลไม้กวนมีความสามารถในการผลิตสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับแรงงานคนแล้ว ได้เปรียบเทียบทั้งสองผลไม้กวน ได้แก่ ทุเรียนกวนและสับปรดกวน ดังแสดงในรูปที่ 4.2 (ก) พบว่าการอัดแท่งทุเรียนกวนมีความสวยงามใกล้เคียงกับการใช้แรงงานคน ดังแสดงในรูปที่ 4.2 (ข) และสับปรดกวนก็มีการอัดแท่งมีความสวยงามใกล้เคียงกับการใช้แรงงานคนดังแสดงในรูปที่ 4.3 (ก) การใช้แรงงานคนในการอัดแท่งสับปรดกวน ดังแสดงในรูปที่ 4.3 (ข)



(ก) ทูเรียนอัดแท่งด้วยเครื่อง



(ข) ทูเรียนอัดแท่งด้วยคน

รูปที่ 4.2 ลักษณะการเปรียบเทียบอัดแท่งทูเรียนด้วยเครื่องกับแรงงานคน



(ก) สับปะรดอัดแท่งด้วยเครื่อง



(ข) สับปะรดอัดแท่งด้วยคน

รูปที่ 4.3 ลักษณะการเปรียบเทียบอัดแท่งสับปะรดด้วยเครื่องกับแรงงานคน

4.2 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

ผลการทดลองจึงวิเคราะห์ได้ว่า ในกระบวนการบรรจุผลิตภัณฑ์สินค้ามีอัตราค่าจ้างคนงาน ดังนั้นจึงได้สร้างเครื่องอัดแท่งผลไม้กวนเพื่อลดเวลาในการอัดแท่งทูเรียนกวน และในการควบคุมเครื่องอัดแท่งผลไม้กวนและสามารถลดเวลาในการผลิต รวมถึงได้จำนวนผลผลิตที่มากกว่าเป็น 3 เท่า โดยสามารถเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่างแรงงานคนกับเครื่องอัดแท่งผลไม้กวนและหาระยะเวลาในการคืนทุนได้ดังนี้ ในที่นี้วิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์การบรรจุทูเรียนกวน

4.3.1 การเปรียบเทียบรายรับและรายจ่ายระหว่างแรงงานคนกับเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน

1) รายได้ต่อปี (บาท)

แรงงานคน

$$12,000 \times 45 = 540,000 \quad \text{บาทต่อเดือน}$$

$$540,000 \times 12 = 6,480,000 \quad \text{บาทต่อปี}$$

เครื่องอัดแท่งผลไม้กวน

$$15,000 \times 45 = 675,000 \quad \text{บาทต่อเดือน}$$

$$675,000 \times 12 = 8,100,000 \quad \text{บาทต่อปี}$$

2) ค่าจ้างแรงงานต่อปี (บาท)

แรงงานคน

$$12,000 \times 4 = 48,000 \quad \text{บาทต่อเดือน}$$

$$48,000 \times 12 = 576,000 \quad \text{บาทต่อปี}$$

เครื่องอัดแท่งผลไม้กวน

$$15,000 \times 3 = 45,000 \quad \text{บาทต่อเดือน}$$

$$45,000 \times 12 = 540,000 \quad \text{บาทต่อปี}$$

3) ค่าไฟฟ้าต่อปี (บาท)

แรงงานคน

ไม่มีค่าไฟฟ้าใดๆ

เครื่องอัดแท่งผลไม้กวน

ตารางที่ 4.7 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัย [19]

ปริมาณการใช้ไฟฟ้า	หน่วยที่	หน่วยละ (บาท)
5 หน่วย (กิโลวัตต์ชั่วโมง) แรก	(หน่วยที่ 1-5)	4.96
10 หน่วยต่อไป	(หน่วยที่ 1-5)	0.7124
10 หน่วยต่อไป	(หน่วยที่ 16-25)	0.8993
10 หน่วยต่อไป	(หน่วยที่ 26-35)	1.1516
65 หน่วยต่อไป	(หน่วยที่ 36-100)	1.5348
50 หน่วยต่อไป	(หน่วยที่ 151-400)	1.6282
250 หน่วยต่อไป	(หน่วยที่ 101-150)	2.1329
เกินกว่า 400 หน่วย	(หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป)	2.4226

เครื่องอัดแห้งผลไม้กวนใช้มอเตอร์ 2 ตัว ตัวที่ 1 มอเตอร์ 1/3 แรงม้า เท่ากับกำลังไฟฟ้า 248.67 วัตต์ ตัวที่ 2 ใช้กำลังไฟฟ้า 60 วัตต์

ดังนั้น หากำลังของมอเตอร์

$$\begin{aligned}
 P &= 248.67 + 60 \\
 &= 308.67 \text{ วัตต์}
 \end{aligned}$$

การหาค่าจำนวนหน่วย โดยเครื่องอัดแห้งผลไม้ 1000 แห่งใช้เวลา 8 ชั่วโมง

หมายเหตุ 1 หน่วยของมิเตอร์ไฟฟ้าจะเท่ากับ 333.33 วัตต์

$$\text{จำนวนหน่วยหรือยูนิท} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้า} \times \text{จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า}}{333.3} \times \text{ชั่วโมงใช้งานต่อวัน}$$

$$= \frac{308.67 \times 1}{333.3} \times 8$$

$$= 7.41 \text{ หน่วยต่อวัน}$$

$$\text{ในการทำงาน 1 เดือน} = 7.41 \times 30$$

$$= 222.3 \text{ หน่วยต่อเดือน}$$

ค่าไฟฟ้าต่อเดือนจะเท่ากับ

$$222.3 \times 1.682 = 373.90 \quad \text{บาท}$$

บวกค่าภาษีมูลค่าเพิ่มอีก 7 เปอร์เซ็นต์

$$373.90 \times 1.07 = 400.07 \quad \text{บาทต่อเดือน}$$

$$= 4,801 \quad \text{บาทต่อปี}$$

4) ราคาเครื่อง (บาท)

แรงงานคน

ไม่มีค่าใช้จ่ายใดๆ

เครื่องอัดแท่งผลไม้กวน

$$\text{ราคาเครื่องทั้งหมด} = 40,000 \quad \text{บาท}$$

5) ค่าวัสดุดิบเนื้อทุเรียนกวนต่อปี (บาท)

แรงงานคน

$$12,000 \times 36 = 432,000 \quad \text{บาทต่อเดือน}$$

$$432,000 \times 12 = 5,184,000 \quad \text{บาทต่อปี}$$

เครื่องอัดแท่งผลไม้กวน

$$15,000 \times 36 = 540,000 \quad \text{บาทต่อเดือน}$$

$$540,000 \times 12 = 6,480,000 \quad \text{บาทต่อปี}$$

6) ค่าวัสดุบรรจุทุเรียนกวนต่างๆต่อปี (บาท)

แรงงานคน

$$12,000 \times 3 = 36,000 \quad \text{บาทต่อเดือน}$$

$$36,000 \times 12 = 432,000 \quad \text{บาทต่อปี}$$

เครื่องอัดแท่งผลไม้กวน

$$15,000 \times 3 = 45,000 \quad \text{บาทต่อเดือน}$$

$$45,000 \times 12 = 540,000 \quad \text{บาทต่อปี}$$

7) ค่าซ่อมบำรุงต่อปี (บาท)

แรงงานคน

ไม่มีค่าใช้จ่ายใดๆ

เครื่องอัดแท่งผลไม้กวน

$$40,000 \div 5 = 8,000 \quad \text{บาทต่อปี}$$

8) มูลค่าซากปีที่ 5 (บาท)

แรงงานคน

ไม่มีค่าใช้จ่ายใดๆ

เครื่องอัดแท่งผลไม้กวน

คิดค่าซ่อมบำรุงเครื่องจักรต่อเดือนจาก 5 เปอร์เซ็นต์ ของราคาเครื่องจักร

$$40,000 \times 0.05 = 2,000 \text{ บาทต่อเดือน}$$

$$2,000 \times 12 = 24,000 \text{ บาทต่อปี}$$

9) ค่าเสียหายต่างๆ

แรงงานคน

$$10,000 \times 12 = 120,000 \text{ บาทต่อปี}$$

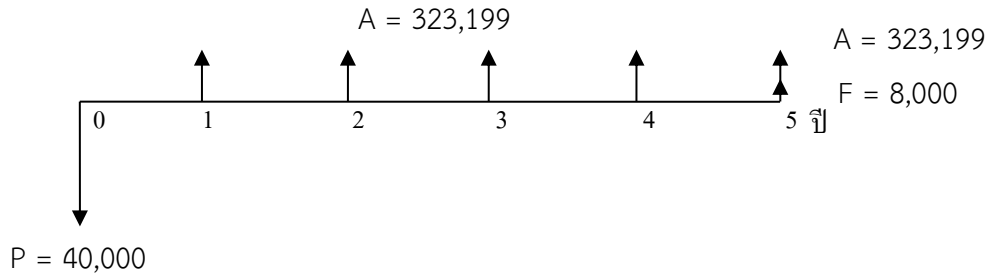
เครื่องอัดแท่งผลไม้กวน

$$15,000 \times 12 = 180,000 \text{ บาทต่อปี}$$

ตารางที่ 4.8 รายรับรายจ่ายการบรรจุทุเรียนด้วยแรงงานคน และเครื่องอัดแท่งผลไม้กวนต่อปี

ที่	รายการ	คนงาน	เครื่องอัดแท่งผลไม้กวน
		ทุเรียนกวน	ทุเรียนกวน
1	รายได้ต่อปี (บาท)	6,480,000	8,100,000
2	ค่าจ้างแรงงานต่อปี (บาท)	576,000	540,000
3	ค่าไฟฟ้าต่อปี (บาท)	-	4,801
4	ราคาเครื่อง (บาท)	-	40,000
5	ค่าวัสดุดิบเนื้อทุเรียนกวนต่อปี	5,184,000	6,480,000
6	ค่าวัสดุบรรจุทุเรียนกวนต่างๆต่อปี	432,000	540,000
7	ค่าซ่อมบำรุงต่อปี (บาท)	-	24,000
8	มูลค่าซากปีที่ 5 (บาท)	-	8,000
9	ค่าเสียหายต่อปี (บาท)	120,000	180,000

4.3.2 ถ้าคิดระยะเวลาการบรรจุกุเรียนกวนด้วยเครื่องอัดแท่งผลไม้กวนภายใน 5 ปี ที่อัตราดอกเบี้ย 25 เปอร์เซ็นต์



ถ้าโครงการบรรจุกุเรียนกวนด้วยด้วยเครื่องอัดแท่งผลไม้กวนต่อปีจะเท่ากับ

$$\begin{aligned}
 &= [-40,000 + 323,199(P/A, 25\%, 5)] + [8,000(P/F, 25\%, 5)] \\
 &= [-40,000 + 323,199(2.6893)] + [8,000(0.3277)] \\
 &= 831,800 \text{ บาทต่อปี}
 \end{aligned}$$

$$\text{ระยะเวลาในการคืนทุนของเครื่องอัดแท่งผลไม้กวนจะได้} = \frac{\text{ราคาเครื่อง}}{\text{รายได้ต่อวัน}}$$

ราคาเครื่องเท่ากับ 40,000 บาท

$$\text{รายได้ต่อวันเท่ากับ (รายได้ต่อปีต่อจำนวนวันต่อปี)} = \frac{831,800}{365}$$

$$= 2,278 \text{ บาทต่อวัน}$$

$$\text{ระยะเวลาในการคืนทุน} = \frac{40,000}{2,278}$$

$$= 18 \text{ วัน}$$

ระยะเวลาคืนทุนของเครื่องอัดแห้งผลไม้กวนจะอยู่ที่ประมาณ 18 วัน ในการอัดแห้งทุเรียนกวน คิดเป็น 1.67 เท่า และอัดแห้งสับปะรดกวน คิดเป็น 1.63 เท่า และสามารถผลิตต่อเนื่องได้ดีกว่าแรงงานคน

นอกจากนี้เครื่องอัดแห้งผลไม้กวน ยังสามารถลดเวลาในการอัดแห้งผลไม้กวน ได้แก่ ทุเรียนกวน สับปะรด เป็นต้น ลดค่าใช้จ่าย ลดแรงงานคน ลดปัญหาความเมื่อยล้า และการเจ็บป่วยจากการทำงานโดยวิธีการทำงานด้วยแรงงานคน

4.3 ผลการสำรวจความพึงพอใจผู้ใช้เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแห้งผลไม้กวน

รายละเอียดของแบบสอบถามพึงพอใจผู้ใช้เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแห้งผลไม้กวน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจการใช้เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแห้งผลไม้กวน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม

วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ทำแบบสอบถามจำนวน 120 คน แสดงดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสำรวจ

ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	71	59.2
หญิง	49	40.8
รวม	120	100
2. อายุ		
ต่ำกว่า 25 ปี	62	51.7
26 – 35 ปี	33	27.5
36 – 45 ปี	11	9.2
มากกว่า 45 ปี	14	11.7
รวม	120	100

ตารางที่ 4.9 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสำรวจ (ต่อ)

ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	จำนวน (คน)	ร้อยละ
3. กลุ่มบุคคล		
นักศึกษา	51	42.5
พนักงานในหน่วยงานรัฐ	13	10.8
พนักงานบริษัท	27	22.5
ครู/อาจารย์	0	0
อื่น ๆ	26	21.7
รวม	120	100

จากส่วนที่ 1 ผลจากการสำรวจความพึงพอใจผู้ใช้เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแห้งผลไม้กวน จำนวน 120 คน พบว่า ผู้ทำแบบสำรวจร้อยละ 59.2 เป็นเพศชาย ร้อยละ 40.8 เป็นเพศหญิง อายุส่วนใหญ่อยู่ที่ต่ำกว่า 25 ปี และ 26 – 53 ปี

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแห้งผลไม้กวน

- 1) ในการกำหนดคะแนนผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้
 - 5 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
 - 4 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมาก
 - 3 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
 - 2 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อย
 - 1 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด
- 2) เกณฑ์การแปลความหมายของค่าคะแนนเฉลี่ยมีดังนี้
 - ค่าคะแนนเฉลี่ย 4.21 - 5.00 หมายความว่า มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
 - ค่าคะแนนเฉลี่ย 3.41 - 4.20 หมายความว่า มีความพึงพอใจในระดับมาก
 - ค่าคะแนนเฉลี่ย 2.61 - 3.40 หมายความว่า มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
 - ค่าคะแนนเฉลี่ย 1.81 - 2.60 หมายความว่า มีความพึงพอใจในระดับน้อย
 - ค่าคะแนนเฉลี่ย 1.00-1.80 หมายความว่า มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

ตารางที่ 4.10 ความพึงพอใจการใช้เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้

ลำดับ	ความพึงพอใจการใช้งานเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน	\bar{X}	SD.
เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ			
1	มีขั้นตอนการใช้งานที่ง่าย สะดวกไม่ยุ่งยาก กวนผลไม้ได้อย่างต่อเนื่อง	4.29	0.81
2	การใช้เครื่องมีความปลอดภัยเพียงพอ	4.21	0.72
3	ช่วยลดเวลาในการผลิตสินค้า เพิ่มผลผลิต สินค้าดีมีคุณภาพ ถูกหลักอนามัย	4.33	0.70
4	เนื้อผลไม้กวนมีความเนียนละเอียดเกาะตัวเข้ากันได้ดี	4.28	0.69
5	การบำรุงรักษาดูแลที่เรียบง่ายไม่ซับซ้อน ทำความสะอาดได้อย่างสะดวก	4.20	0.73
	เฉลี่ยเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ	4.26	0.73
เครื่องอัดแท่งผลไม้กวน			
1	มีขั้นตอนการใช้งานที่ง่าย สะดวกไม่ยุ่งยาก ใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง	4.32	0.66
2	การใช้เครื่องมีความปลอดภัยเพียงพอ	4.23	0.73
3	ช่วยลดเวลาในการผลิตสินค้า เพิ่มผลผลิต สินค้าดีมีคุณภาพ ถูกหลักอนามัย	4.35	0.60
4	สินค้าได้รูปทรงที่สวยงาม มีขนาดไล่ความหนาแน่นของเนื้อผลไม้กวนอย่างดี	4.34	0.63
5	การบำรุงรักษาดูแลที่เรียบง่ายไม่ซับซ้อน ทำความสะอาดได้อย่างสะดวก	4.23	0.67
	เฉลี่ยเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน	4.29	0.65
ความพึงพอใจโดยรวมการใช้งานเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน			
1	มั่นใจในประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง	4.18	0.82
2	ปรับปรุงแก้ไขเฉพาะส่วน	1.69	0.63

จาก ผลจากการสำรวจความพึงพอใจผู้ใช้เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้ กวน จำนวน 120 คน พบว่า โดยรวมของการใช้เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ มีความพึงพอใจการใช้งานเฉลี่ย 4.26 ส่วนเครื่องอัดแท่งผลไม้กวนมีความพึงพอใจการใช้งานเฉลี่ย 4.29 นอกจากนี้ความมั่นใจใน ประสิทธิภาพของเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน เฉลี่ย 4.05 นั้นหมายถึง ผู้ใช้มีความมั่นใจในประสิทธิภาพของเครื่องอยู่ในระดับมาก

4.4 ส่งมอบเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวนสู่วิสาหกิจชุมชน

นำเสนอองค์ความรู้ เทคโนโลยี หรือนวัตกรรม ที่ได้วิเคราะห์ สังเคราะห์ และจัดการความรู้ และนำมาขยาย ผลแก่กลุ่มเป้าหมายในครั้งนี้

พื้นที่โครงการตามความร่วมมือระหว่าง กองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร (กอ.รมน.) และ สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ชุมชนเข้มแข็งด้วยวิจัยและนวัตกรรม 3 พื้นที่จังหวัดชายแดนใต้ ได้แก่ จังหวัดปัตตานี จังหวัดยะลา และจังหวัดนราธิวาส จำนวน 10 กลุ่มเป้าหมาย รวมทั้งสิ้น 100 คน โดย กลุ่มเป้าหมายทั้ง 10 กลุ่ม ได้รับการประสานจากกองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร (กอ.รมน.) และเครือข่ายการพัฒนาชุมชนของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย (มทร.ศรีวิชัย)

1) กลุ่มดูแลเด็กกำพร้าและยากจน บ้านป่าหวัง หมู่ที่ 1 ตำบลบันนังสตา อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา นายฟรุ๊กอน สะแลแม โทรศัพท์ 093-6943344

2) กลุ่มสตรีบ้านปีแยะ บ้านเลขที่ 56 บ้านปีแยะ หมู่ที่ 6 ตำบลป้อมมัง อำเภอรามัญ จังหวัดยะลา นางสาวอิชะ มะโชะ โทรศัพท์ 089-2991905

3) วิสาหกิจชุมชนการแปรรูปผลิตผลการเกษตร ศูนย์การเรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้า การเกษตร (ศพก.) บ้านเลขที่ 80 บ้านบันนังกระแจะ หมู่ที่ 5 ตำบลธารโต อำเภอธารโต จังหวัดยะลา ประธาน กลุ่ม นายอัครศักดิ์ ชุมนุมนณี เป็นปราชญ์เพื่อความมั่นคง กองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร จังหวัดยะลา โทรศัพท์ 084-9670481

4) วิสาหกิจชุมชนกลุ่มทุเรียนสวนพ่อน่า จินดารัตน์ บ้านเลขที่ 419 หมู่ที่ 7 ตำบลแม่หวาด อำเภอธารโต จังหวัดยะลา โทรศัพท์ 081-8982657

5) วิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่ทุเรียนตำบลตาชี เลขที่ 48 บ้านไร่ หมู่ที่ 4 ตำบลตาชี อำเภอยะหา จังหวัด ยะลา นายสุรียนทร์ ศรีสุข โทรศัพท์ 094-6202525

6) วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรกรน้ำตกรายขาว บ้านเลขที่ 31 บ้านตกวัดทรายขาว หมู่ที่ 5 ตำบลทรายขาว อำเภอโคกโพธิ์ จังหวัดปัตตานี ประธานกลุ่ม นางชญาดา สุวรรณรัตน์ โทรศัพท์ 089-2954584

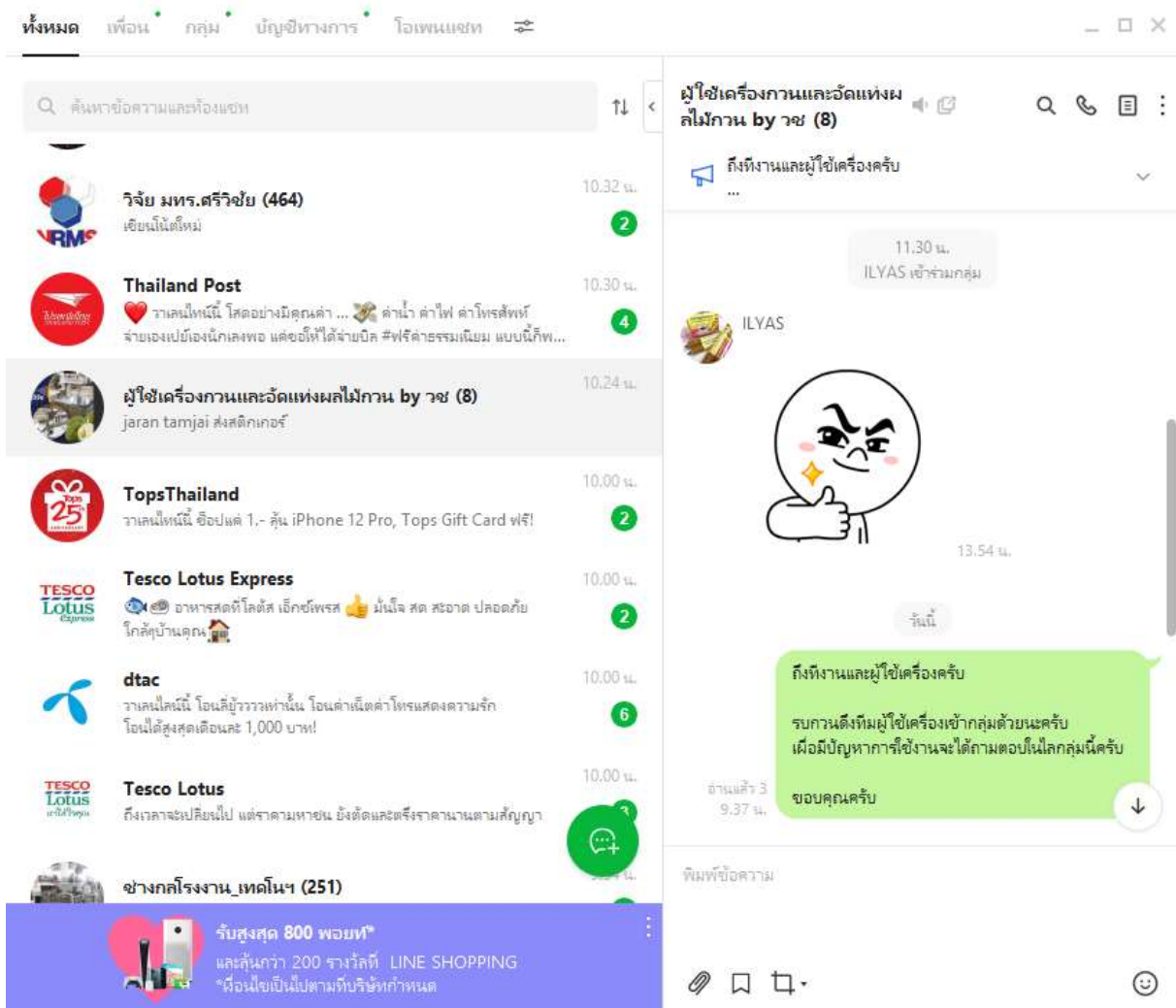
7) วิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่ทุเรียนตำบลกระโดตำบลวัด บ้านเลขที่ 36/4 บ้านบาชากาจิ หมู่ที่ 2 ตำบล กระโด อำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี นายอาแว กระโด โทรศัพท์ 087-2955768

8) วิสาหกิจชุมชนกลุ่มอิลยัสทุเรียนกวน บ้านเลขที่ 70/1 บ้านบุเกะ หมู่ที่ 2 ตำบลบุกิต อำเภोजะเอย์ ร้อง จังหวัดนราธิวาส นายอิลยัส กุโน โทรศัพท์ 089-4679302

9) วิสาหกิจชุมชนกลุ่มทุเรียนกวนแม่บ้านเกษตรกรบ้านบุเกะ บ้านเลขที่ 72 บ้านบุเกะ หมู่ที่ 2 ตำบลบุกิต อำเภोजะเอย์ ร้อง จังหวัดนราธิวาส นางสาววาฮีดา ตือเลาะ และ นางสมล แวยาโก๊ะ โทรศัพท์ 081-2763325

10) วิสาหกิจชุมชนกลุ่มทุเรียนกวนบ้านบุกิต บ้านเลขที่ 258 บ้านโต๊ะเล็ง หมู่ที่ 3 ตำบลบุกิต อำเภोजะเอย์ ร้อง จังหวัดนราธิวาส นายรอมือลี ตามะ โทรศัพท์ 089-5970856

กิจกรรมติดตามการใช้งานของกลุ่มเกษตรกรอย่างต่อเนื่อง ผ่านระบบกลุ่มไลน์ที่ชื่อว่า “ผู้ใช้เครื่องกวนและอัดแท่งผลไม้กวน by วช” เพื่อติดตามการใช้งานและรายงานผลการใช้งาน รวมถึงการช่วยเหลือและตอบคำถามการใช้งานและการซ่อมบำรุงเบื้องต้น แสดงดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 กลุ่มไลน์ที่ชื่อว่า “ผู้ใช้เครื่องกวนและอัดแท่งผลไม้กวน by วช”

คำขออนุสิทธิบัตร “เครื่องอัดแท่งผลไม้กวน” เลขที่ 2103000376 วันที่ขอ 8 กุมภาพันธ์ 2564 แสดงดังรูปที่ 4.5

The image shows two pages of a Thai patent application form (Form 1). The top page contains the inventor's information: F. K. N., address 110, 210300376, and the Thai Patent Office logo. The bottom page contains technical details and a signature. The form is in Thai and includes various checkboxes and text boxes for providing details about the invention and the applicant.

คำขอรับสิทธิบัตร เลขที่ 2103000376

4. ผู้ประดิษฐ์และผู้ขอรับสิทธิบัตร

1. นายหญิง อภวิณี
ที่อยู่ 110/17 หมู่ 3 ตำบลหนองบัวลำภู อำเภอบึงสามพัน จังหวัดบึงสามพัน 31100
เลขที่โทรศัพท์ประจำบ้าน 0 8899 00201 75 2

2. นายศุภกฤต งามบุญ
ที่อยู่ 4 หมู่ 8 ตำบลหนองบัวลำภู อำเภอบึงสามพัน จังหวัดบึงสามพัน
เลขที่โทรศัพท์ประจำบ้าน 0 8817 02540 43 8

3. นายสุวิทย์ งามบุญ
ที่อยู่ 110/17 หมู่ 3 ตำบลหนองบัวลำภู อำเภอบึงสามพัน จังหวัดบึงสามพัน 31100
เลขที่โทรศัพท์ประจำบ้าน 0 8811 11068 25 9

รูปที่ 4.5 คำขออนุสิทธิบัตร “เครื่องอัดแท่งผลไม้กวน”

คำสิทธิบัตรออกแบบ “เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ” เลขที่ 2102001430 วันที่ขอ 29 มีนาคม 2564 แสดงดังรูปที่ 4.6

The image shows two pages of a Thai patent application form. The left page is the front cover, featuring the Thai coat of arms and the title 'คำขอสิทธิบัตรออกแบบ' (Design Patent Application). It includes fields for the applicant's name (นาย อ. พล พลพล), address (เลขที่ 123 ถนนสุขุมวิท กรุงเทพฯ 10110), and contact information. The right page is the first page of the application, containing a table for classification, a section for the applicant's declaration, and a large area for the drawing of the invention. The drawing area is currently blank, with only a signature and stamp visible at the bottom right.

รูปที่ 4.6 คำขอสิทธิบัตรออกแบบ “เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ”

4.5 ติดตามผลหลังการใช้งานเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวนของวิสาหกิจชุมชน

หลังจากได้มีการส่งมอบเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวนสู่วิสาหกิจชุมชนทั้ง 10 กลุ่ม ทางคณะผู้วิจัยได้ทำการติดตามผลการใช้งานเครื่องได้ดังต่อไปนี้ เครื่องสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี ใช้งานง่าย สะดวกต่อการทำความสะอาดและบำรุงรักษา สามารถช่วยลดการใช้แรงงานคนลงไปได้ร้อยละ 50 ลดความเมื่อยล้าจากการกวนทุเรียน ขนาดของทุเรียนกวนอัดแท่งมีขนาดที่เท่ากันสวยงาม สามารถผลิตทุเรียนกวนส่งให้กับลูกค้าได้ทันเวลา นำเสนอองค์ความรู้ เทคโนโลยี หรือนวัตกรรม ที่ได้วิเคราะห์ สังเคราะห์ และจัดการความรู้ และนำมาขยายผลแก่กลุ่มเป้าหมายในครั้งนี้

1) กลุ่มดูแลเด็กกำพร้าและยากจน บ้านป่าหวัง หมู่ที่ 1 ตำบลบันนังสตา อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา จากการสัมภาษณ์ติดตามผลจากคุณพุกอน สะแลแม ผลปรากฏว่า เครื่องสามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่องปกติ สามารถการใช้แรงงานคนลงไปได้ครึ่งหนึ่ง ผู้คนส่วนนั้นก็ได้กระจายไปทำงานประเภทอื่นแทน ทำให้การผลิตสินค้านั้นมีความรวดเร็วเพิ่มมากขึ้น จัดทำและส่งสินค้าได้ตรงตามจำนวนที่ลูกค้ากำหนดได้ทันเวลา

2) กลุ่มสตรีบ้านปีแยะ บ้านเลขที่ 56 บ้านปีแยะ หมู่ที่ 6 ตำบลป้อมัง อำเภอรามัญ จังหวัดยะลา จากการสัมภาษณ์ติดตามผลจากคุณนางสาวอีชะ มะโซะ ผลปรากฏว่า สามารถลดการใช้แรงงานคน ลดความเมื่อยล้าจากการกวนทุเรียน ในส่วนของเครื่องอัดทุเรียนก็ใช้งานได้ปกติ ขนาดของผลิตภัณฑ์ที่ออกมามีขนาดที่เท่ากันอย่างสวยงาม การทำความสะอาดค่อนข้างง่าย ผลิตสินค้าได้รวดเร็วยิ่งขึ้น ทันต่อความต้องการของลูกค้า

3) วิสาหกิจชุมชนการแปรรูปผลิตผลการเกษตร ศูนย์การเรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าการเกษตร (ศพก.) บ้านเลขที่ 80 บ้านบันนังกระแจะ หมู่ที่ 5 ตำบลธารโต อำเภอรือเสาะ จังหวัดยะลา จากการสัมภาษณ์ติดตามผลจากคุณนายอรรค์ศักดิ์ ชุมนุมนมณี ผลปรากฏว่า สามารถลดการใช้แรงงานคนไปได้ร้อยละ 50 จากเดิมทำให้สามารถที่จะกระจายแรงงานไปทำส่วนต่าง ๆ ส่งผลให้การผลิตมีความรวดเร็วมากขึ้น ในส่วนของเครื่องนั้นใช้งานได้ปกติและต่อเนื่อง อาจจะมีการพักเครื่องบ้างเพื่อถนอมการใช้งานของมอเตอร์ ในส่วนของการผลิตสินค้านั้นสามารถที่จะผลิตได้ทันตามความต้องการของลูกค้า

4) วิสาหกิจชุมชนกลุ่มทุเรียนสวนพ่อนา จินดารัตน์ บ้านเลขที่ 419 หมู่ที่ 7 ตำบลแม่หวาด อำเภอรือเสาะ จังหวัดยะลา จากการสัมภาษณ์ติดตามผลปรากฏว่า เครื่องมีการใช้งานได้ปกติ ใช้งานได้ง่ายสะดวกไม่ยุ่งยาก มีการพักการใช้งานเครื่องเป็นระยะ สามารถลดการใช้แรงงานคน จากเดิมทำให้สามารถที่จะกระจายแรงงานไปทำส่วนต่าง ๆ ส่งผลให้การผลิตมีความรวดเร็วมากขึ้น การผลิตสินค้านั้นสามารถที่จะผลิตได้ทันตามความต้องการของลูกค้า

5) วิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่ทุเรียนตำบลตาชี เลขที่ 48 บ้านไร่ หมู่ที่ 4 ตำบลตาชี อำเภอยะหา จังหวัดยะลา จากการสัมภาษณ์ติดตามผลจากนายสุริยรินทร์ ศรีสุข ผลปรากฏว่า สามารถลดการใช้แรงงานคน จากเดิมทำให้สามารถที่จะกระจายแรงงานไปทำส่วนต่าง ๆ ส่งผลให้การผลิตมีความรวดเร็วมากขึ้น ในส่วนของเครื่องนั้นใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการออกแบบและสร้างเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและอัดแท่งผลไม้กวน โดยมีรายละเอียดดังกล่าวมาข้างต้นแล้ว สามารถสรุปผลการสร้างเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน และข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงพัฒนาให้เครื่องมีประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มมากยิ่งขึ้นได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการทดลอง

การทดลองเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและอัดแท่งผลไม้ ได้แก่ ทูเรียนกวน และสับปะรดกวน ด้วยเครื่องอัดแท่งผลไม้จะนำทูเรียนกวนและสับปะรดกวนที่มีการกวนกับเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติเสร็จเรียบร้อยแล้ว มาทำการอัดแท่ง โดยการอัดแท่งนั้น สามารถอัดแท่งเนื้อทูเรียนกวนและเนื้อสับปะรดกวนได้ถึง 2-4 กิโลกรัมต่อครั้ง หลังจากใส่เนื้อผลไม้กวนลงในถังกวนแล้ว เนื้อผลไม้กวนจะถูกลำเลียงด้วยสกรูผ่านกระบอกอัด ส่งมายังชุดหัว Die แล้วออกผ่านหัว Die แล้วออกมาเป็นเส้นด้วยเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน โดยสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

5.1.1 จากการทดลองเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติสามารถกวนเนื้อผลไม้ได้เนียนสวยเนื้อมัดเข้ากันได้ดีและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวนจะมีความสามารถในการอัดแท่งทูเรียนกวนประมาณ 25 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และสับปะรดกวนได้ประมาณ 26 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อัดแท่งทูเรียนกวน คิดเป็น 1.67 เท่า และอัดแท่งสับปะรดกวน คิดเป็น 1.63 เท่า ของแรงงานคนที่มีความสามารถในการอัดแท่งทูเรียนกวนได้เพียง ประมาณ 15.19 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และสับปะรดกวนได้เพียง ประมาณ 15.87 กิโลกรัมต่อชั่วโมง แต่เรื่องคุณภาพความสวยงามของการบรรจุสินค้าของทูเรียนกวนและสับปะรดกวนนั้นอาจจะสู้แรงงานคนไม่ได้ แต่เมื่อคนปฏิบัติงานเป็นระยะเวลาหนึ่งผู้ปฏิบัติงานจะมีความเมื่อยล้าเกิดขึ้นในขณะที่เครื่องอัดแท่งผลไม้กวนจะสามารถทำการผลิตได้เรื่อย ๆ

5.1.2 เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวนในการบรรจุผลิตภัณฑ์สินค้า เช่น เงาะกวน มะม่วงกวน เป็นต้น ได้อีกด้วย

5.1.3 ลดความเมื่อยล้าและความเครียดจากการปฏิบัติงานที่ต้องใช้ทักษะความชำนาญสูง

5.1.4 เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวนที่สร้างขึ้นมีวิธีการทำงานที่สะดวกและง่ายต่อการใช้งานและการบำรุงรักษา

5.1.5 เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวนสามารถคืนทุนภายในระยะเวลา 18 วัน

5.2 ข้อเสนอแนะจากกลุ่มผู้ใช้เครื่องอัดแท่งผลไม้กวน

5.2.1 ชุดหัว Die เนื่องจากการสร้างนั้นยังไม่ดีพอสำหรับการทำความสะอาด ควรจะทำแบบล็อกได้หรือแบบที่ถอดเปลี่ยนง่ายกว่านี้ เพื่อตอบโจทย์ในการทำความสะดวก และความต้องการของตลาด

5.2.2 ควรเพิ่มชุดลำเลียงสายพานในการลำเลียงเนื้อผลไม้กวนออกมาได้สวยงาม เนื้อของผลไม้กวนจะมีความสวยงามมากขึ้น

5.2.3 ควรออกแบบถุงพลาสติกใส่ให้เรียบร้อย เวลาในการอัดแท่ง

5.2.4 ออกแบบให้มีรูปทรงในการอัดแท่งมากกว่านี้ เพื่อตอบโจทย์ความต้องการของตลาด

5.2.5 ควรแก้ไขเรื่องตู้ควบคุมไฟฟ้า ให้มีตัว Over load ทำการตัดเครื่อง หากเครื่องมีการทำงานหนักมาก เวลาใช้งานนานๆ

5.2.6 ชุดถาดรองรับเนื้ออัดแท่งผลไม้กวน ควรมีขอบ เพื่อป้องกันการตกหรือร่วงของเนื้ออัดแท่งผลไม้กวน

5.2.7 ชุดมอเตอร์ด้านล่าง ควรมีวัสดุที่รับการสั่นสะเทือนของมอเตอร์ เช่น ยางรองแท่นมอเตอร์และยางล้อรถรอง เป็นต้น เนื่องจากมอเตอร์กับแท่นมอเตอร์นั้นมีการสัมผัสกัน ทำให้เครื่องมีการสั่นพอสสมควร

5.2.8 สายไฟด้านล่าง ควรใส่ยางรองที่ทางเข้าเครื่อง เพื่อป้องกันอันตรายจากไฟฟ้ารั่วได้

5.3 ข้อเสนอแนะของคณะวิจัย

5.3.1 ผู้ประกอบกิจการ และหน่วยงานภาครัฐ สามารถนำเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวนจากรายงานกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรมนี้ไปใช้ในหน่วยงาน เพื่อนำไปสู่การแก้ไข และปรับเปลี่ยนการทำงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

5.3.2 ควรสร้างทัศนคติในการปฏิบัติงานด้วยนวัตกรรมการผลิตที่ถูกต้อง เพื่อส่งเสริมการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ทำให้ผู้ปฏิบัติงานได้ตระหนักถึงความปลอดภัยที่อาจจะก่อให้เกิดการบาดเจ็บจากการทำงานได้ในท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม

5.3.3 ควรมีการส่งเสริมการดำเนินงานจากภาครัฐอย่างต่อเนื่อง เพื่อขยายผลไปยังกลุ่มต่าง ๆ ให้ครอบคลุมในจังหวัดได้อย่างต่อเนื่อง

5.3.4 การประยุกต์ใช้นวัตกรรมเพื่อส่งเสริมการผลิต ควรเน้นถึงผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น เช่น การจ้างงานที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากมีกำลังการผลิตที่เพิ่มขึ้น ส่งเสริมความเป็นอยู่ให้แก่ครัวเรือนได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

- [1] ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับผลไม้กวน [ออนไลน์]. วันที่สืบค้น 10 พฤษภาคม 2564 สืบค้นได้จาก <http://www.phargarden.com/main.php?action=viewpage&pid=125>
- [2] ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ เครื่องกวน. [ออนไลน์]. วันที่สืบค้น 10 กรกฎาคม 2563 สืบค้นได้จาก http://www.wellmix.net/wellmix/dt03_x1.html
- [3] ศุภชัย สุรินทร์วงศ์. 2535. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง. กรุงเทพฯ : บริษัท ที.พี.พี. จำกัด.
- [4] สำนักพัฒนาเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2546. Torque Control. กรุงเทพฯ : บริษัท ที.พี.พี. จำกัด.
- [5] ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ arduino [ออนไลน์]. วันที่สืบค้น 1 กรกฎาคม 2563 สืบค้นได้จาก <http://www.thaieasyelec.com/article-wiki/basic-electronics/>
- [6] ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ arduino [ออนไลน์]. วันที่สืบค้น 2 กรกฎาคม 2563 สืบค้นได้จาก <http://www.praphas.com/index.php/2008-11-03-14-25-25/51-arduino>
- [7] ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ lcd display [ออนไลน์]. วันที่สืบค้น 3 กรกฎาคม 2563 สืบค้นได้จาก <http://thaieasyelec.com/article-wiki/review-product-article/การใช้งาน->
- [8] วารสารพลังไทย. 2553. เครื่องตรวจจับแก๊สรั่วที่ใช้ในครัวเรือน [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://www.vcharkarn.com/varticle/41606> (1 กรกฎาคม 2563).
- [9] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ). (2546). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผลไม้กวน มผช. 35/2546 : กระทรวงอุตสาหกรรม.
- [10] คมสัน และคณะ. (2551). เครื่องอัดแท่งแข็งเพลิงจากเศษผงถ่านดำ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ล้านนา ตาก.
- [11] เสาวลักษณ์ จิตรบรรเจิดกุลม และนพรัตน์ วงศ์หิรัญเดชา. (2548). การปรับปรุงคุณภาพและมาตรฐาน ของผลไม้กวน : คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [12] เฉลิมพล คล้ายนิล. (2551). การวิจัยและสร้างเครื่องอัดแท่งจากแคลบด้วยระบบไฮดรอลิกส์ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์.
- [13] เขาว์ อินทร์ประสิทธิ์ และพรพรรณ จิ๋ว. (2555). การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการขึ้นรูปสับประรด กวนโดยใช้เครื่อง Forming Extruder : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม.
- [14] อนุตร จำลองกุล, ภูรินทร์ อัครกุลธร และชัยรัตน์ หงส์ทอง. (2548). เครื่องอัดแท่งวัสดุเกษตร : คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- [15] วิริยะ ดวงสุวรรณ. (2545). ต้นแบบเครื่องอัดเชื้อเพลิงแข็งจากฝุ่นไม้ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [16] อนันต์ วงศ์กระจ่าง. (2533). ออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โอ เอส พรีนติ้ง เฮ้าส์.
- [17] ทศพร อุ่นป्ली. (2547). เครื่องอัดถ่านแท่งด้วยสกรู. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [18] ปานมนัส ศิริสมบุรณ์. (2539). เทคโนโลยีขนถ่ายวัสดุและอุปกรณ์ขนถ่าย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
- [19] มอเตอร์เหนียวน่า. [ออนไลน์]. วันที่สืบค้น 10 พฤษภาคม 2564 สืบค้นได้จาก http://eng.sut.ac.th/me/meold/3_2551/435330/sut.ppt.
- [20] ไฟฟ้าเบื้องต้น. [ออนไลน์]. วันที่สืบค้น 10 พฤษภาคม 2564 สืบค้นได้จาก <http://www.rmutphysics.com/charud/scibook/electric4/topweek9.htm>.
- [21] ชนะ กลีภาร์ (2536). ความแข็งแรงของวัสดุ. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ : ชวนพิมพ์.
- [22] อ่ำพล ชื่อตรง. (2536). ชิ้นส่วนเครื่องกล. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมทางวิชาการ.
- [23] นพรัตน์ มโนรา. (2553). ชนิดของเฟือง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://nopparat.fve.ac.th/index.php?name=knowledge&file=readknowledge&id=17>.
- [24] บรรณเลข ศรนิล และประเสริฐ ก๊วยสมบุรณ์. (2524). ตารางโลหะ. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [25] ความรู้เรื่องสแตนเลส. [ออนไลน์]. วันที่สืบค้น 10 พฤษภาคม 2564 สืบค้นได้จาก <http://www.thaitopdog.com/Siam%20Stainless/BestMsg.htm>.
- [26] อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากเครื่องจักร. [ออนไลน์]. วันที่สืบค้น 10 พฤษภาคม 2564 สืบค้นได้จาก <http://www.thaieditorial.com/tag>.
- [27] อัตราค่าไฟฟ้าการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. [ออนไลน์]. วันที่สืบค้น 10 พฤษภาคม 2564 สืบค้นได้จาก <http://www.eppo.go.th/power/pw-Rate-PEA.html>.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ใบลงทะเบียนผู้เข้าร่วมกิจกรรมโครงการถ่ายทอดความรู้ นวัตกรรม และติดตามผลการดำเนินงาน
โครงการการยกระดับคุณภาพชีวิตอาชีพกวนผลไม้ของชุมชนด้วยนวัตกรรม
เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งเครื่องผลไม้กวน
ภายใต้โครงการใช้ประโยชน์ผลงานวิจัยและนวัตกรรมเพื่อชุมชนสังคม

รายชื่อผู้เข้าร่วมผู้เข้าร่วมกิจกรรม
 กิจกรรมถ่ายทอดความรู้ นวัตกรรม และติดตามผลการดำเนินงาน
 โครงการการยกระดับคุณภาพชีวิตอาชีพผลไม้กวนของชุมชนด้วยนวัตกรรม
 เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน
 ภายใต้โครงการการใช้ประโยชน์ผลงานวิจัยและนวัตกรรมเพื่อชุมชนสังคม
 ณ วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรน้ำตกทรายขาว ตำบลทรายขาว อำเภอโคกโพธิ์ จังหวัดปัตตานี
 วันที่ 19 ตุลาคม 2563

ลำดับ	ชื่อ - สกุล	หมายเหตุ
1	นางชุตติมา เดือนนิมาร์	
2	นางประดับ ยศอักษร	
3	นางจำรัสศรี พรหมโหด	
4	นางสาวปรีศณา บาเหมมbungา	
5	นางสาวตูแวงแฉะ ดอเหล๊ะ	
6	นางลักศิรินยา บัวสุข	
7	นางเพ็ญแข บัวสุข	
8	นางวรรณณา ไผ่สีด้า	
9	นางอุบลรัตน์ สร้อยสมบูรณ์	
10	นางเสาวณีย์ สุขรักษา	
11	นางสงวน ยอดทอง	
12	นางปรีณา ปานสีทอง	
13	นางดลีย์ ทองสอง	

รายชื่อผู้เข้าร่วมผู้เข้าร่วมกิจกรรม

กิจกรรมถ่ายทอดความรู้ นวัตกรรม และติดตามผลการดำเนินงาน

โครงการยกระดับคุณภาพชีวิตอาชีพผลไม้กวนของชุมชนด้วยนวัตกรรม

เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน

ภายใต้โครงการการใช้ประโยชน์ผลงานวิจัยและนวัตกรรมเพื่อชุมชนสังคม

ณ วิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่ทุเรียนตำบลกระโตตำบลวัด ตำบลกระโต อำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี

วันที่ 20 ตุลาคม 2563

ลำดับ	ชื่อ - สกุล	หมายเหตุ
1	นางสาวชูรีนา กะโต	
2	นางสาวเฟาชียะห์ ซากอ	
3	นายภริวัฒน์ จักรดิษฐวงษ์	
4	นางสาวนุรีย์ยะห์ จิใจ	
5	นางสาวจะบุงอ จิใจ	
6	นายยูโซะ เจ๊ะคู	
7	นายอับดุลดอนตรี มือ	
8	นายดอเสาะ มะแซ	
9	นายอับดุลมักมิต ซากอ	
10	นายอับดุลเลาะ มะแซ	
11	นายสุเลป्ली เชาะหะมะ	

รายชื่อผู้เข้าร่วมผู้เข้าร่วมกิจกรรม
 กิจกรรมถ่ายทอดความรู้ นวัตกรรม และติดตามผลการดำเนินงาน
 โครงการการยกระดับคุณภาพชีวิตอาชีพผลไม้กวนของชุมชนด้วยนวัตกรรม
 เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน
 ภายใต้โครงการการใช้ประโยชน์ผลงานวิจัยและนวัตกรรมเพื่อชุมชนสังคม
 ณ วิสาหกิจชุมชนกลุ่มอิลยัสทุเรียนกวน ตำบลบุกิต อำเภอเจาะไอร้อง จังหวัดนราธิวาส
 วันที่ 2 ธันวาคม 2563

ลำดับ	ชื่อ - สกุล	หมายเหตุ
1	นายรอปิเยาะ สาเมาะ	
2	นางมะนาเส เจะเต็น	
3	นางสาวมาหย่า มากา	
4	นายอหมัด แวอารง	
5	นายฮัมตัน ดอเลาะ	
6	นายเจ๊ะมะ เอ็งปียา	
7	นายมุฮัมมัด ปือโต	
8	นายรอมุละห์ จิใจ	
9	นางนูรีซาร์ ยะหรีง	
10	นายรอปิเยาะ สาเมาะ	
11	นางมะนาเส เจะเต็น	

รายชื่อผู้เข้าร่วมผู้เข้าร่วมกิจกรรม
 กิจกรรมถ่ายทอดความรู้ นวัตกรรม และติดตามผลการดำเนินงาน
 โครงการการยกระดับคุณภาพชีวิตอาชีพผลไม้กวนของชุมชนด้วยนวัตกรรม
 เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน
 ภายใต้โครงการการใช้ประโยชน์ผลงานวิจัยและนวัตกรรมเพื่อชุมชนสังคม
 ณ วิสาหกิจชุมชนกลุ่มทุเรียนกวนแม่บ้านเกษตรกรบ้านบุเกะ ตำบลบุกิต อำเภोजะเอนก จังหวัดนครราชสีมา
 วันที่ 3 ธันวาคม 2563

ลำดับ	ชื่อ - สกุล	หมายเหตุ
๑	นางชูรีนา อาเวดิง	
๒	นางสุฮายา ยะปา	
๓	นางสาวนุรมา สาและ	
๔	นางอัสนีชา วาเลาะ	
๕	นางชิตีฮานา ยูโซะ	
๖	นางสาววิชดา สมะแอะ	
๗	นางซาฟีเราะห์ กูโน	
๘	นางสลันนิ สะนิ	
๙	นางอัสลีนา สาและ	
๑๐	นางฮาดานี หะยีสาและ	
๑๑	นางรามิตะห์ ตาปู	

รายชื่อผู้เข้าร่วมผู้เข้าร่วมกิจกรรม
กิจกรรมถ่ายทอดความรู้ นวัตกรรม และติดตามผลการดำเนินงาน
โครงการยกระดับคุณภาพชีวิตอาชีพผลไม้กวนของชุมชนด้วยนวัตกรรม
เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน
ภายใต้โครงการการใช้ประโยชน์ผลงานวิจัยและนวัตกรรมเพื่อชุมชนสังคม
ณ วิสาหกิจชุมชนกลุ่มทุเรียนกวนบ้านบุกิต ตำบลบุกิต อำเภोजะเอยีร์ จังหวัดนราธิวาส
วันที่ 4 ธันวาคม 2563

ลำดับ	ชื่อ - สกุล	หมายเหตุ
๑	นางอารีดา กุลอุบล	
๒	นางรุสนาวาที มะยาวิ๊ะ	
๓	นางอามีเนาะ แวเดร์	
๔	นางสาวรัชชานวดี ดือราแม	
๕	นางสุมล เปาะแต	
๖	นางล้อมอ แวนาแเว	
๗	นางฮามีเดห์ แวยะโก๊ะ	
๘	นางเจ๊ะบุงอ มูซอ	
๙	นางสาวหะรอนิง ฮามะ	
๑๐	นางสาวรอฮีม่า ยูโซะ	
๑๑	นางสาวรอกายะ อานี	
๑๒	นางสมพันธ์ โหวกักดี	
๑๓	นางรอมละห์ มะระะ	
๑๔	นางสาวถอลีเนาะ เจ๊ะแต	
๑๕	นางสาวรูสีอิมินี ดือแร๊ะ	

รายชื่อผู้เข้าร่วมผู้เข้าร่วมกิจกรรม

กิจกรรมถ่ายทอดความรู้ นวัตกรรม และติดตามผลการดำเนินงาน
โครงการยกระดับคุณภาพชีวิตอาชีพผลไม้กวนของชุมชนด้วยนวัตกรรม
เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน
ภายใต้โครงการการใช้ประโยชน์ผลงานวิจัยและนวัตกรรมเพื่อชุมชนสังคม
ณ วิทยาลัยชุมชนแปลงใหญ่ทุเรียนตำบลตาชี ตำบลตาชี อำเภอยะหา จังหวัดยะลา
วันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2564

ลำดับ	ชื่อ - สกุล	หมายเหตุ
๑	นางสาสรุสไอนี สะแอะเตะ	
๒	นางสาวยารีนี อาแวกือจิ	
๓	นางสาวอาพินา กุโน	
๔	นางสาวนุรฮดา กุโน	
๕	นางสาวนุรฮิตายะห์ แวมายี	
๖	นางสาวฮามีซะห์ กุโน	
๗	นางสาวรุสมาวาตี เจะเตะ	
๘	นางสาวรอฮายู ตาแฮ	
๙	นางยามีลี๊ะ ตาแฮ	
๑๐	นายแวนูยี วาเต๊ะ	

รายชื่อผู้เข้าร่วมผู้เข้าร่วมกิจกรรม

กิจกรรมถ่ายทอดความรู้ นวัตกรรม และติดตามผลการดำเนินงาน
โครงการการยกระดับคุณภาพชีวิตอาชีพผลไม้กวนของชุมชนด้วยนวัตกรรม
เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน
ภายใต้โครงการการใช้ประโยชน์ผลงานวิจัยและนวัตกรรมเพื่อชุมชนสังคม
ณ กลุ่มสตรีบ้านปีแยะ ตำบลป้อมมัง อำเภอรามัญ จังหวัดยะลา
วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2564

ลำดับ	ชื่อ - สกุล	หมายเหตุ
1	นายมุฮัมมัดลัดนัน กระโต	
2	นายคูหมาน สีอเตาะ	
3	นายแวนดาโอะ สะเตาะ	
4	นางซาจิปาห์ กูนา	
5	นางลิต์สาเงีเราะห์ สะเตาะ	
6	นายอาแว กะนัด	
7	นายตาแยะ กูวัง	
8	นายนัซบูดีน รามอ	
9	นายมุฮัมมัด เจ๊ะแม	
10	นายมุฮัมมัดลัดนัน กระโต	

รายชื่อผู้เข้าร่วมผู้เข้าร่วมกิจกรรม

กิจกรรมถ่ายทอดความรู้ นวัตกรรม และติดตามผลการดำเนินงาน
โครงการยกระดับคุณภาพชีวิตอาชีพผลไม้กวนของชุมชนด้วยนวัตกรรม
เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน
ภายใต้โครงการการใช้ประโยชน์ผลงานวิจัยและนวัตกรรมเพื่อชุมชนสังคม
ณ กลุ่มดูแลเด็กกำพร้าและยากจน ตำบลบันนังสตา อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา
วันที่ 9 กุมภาพันธ์ 2564

ลำดับ	ชื่อ - สกุล	หมายเหตุ
1	มะตาริง กูเต๊ะ	
2	นายสะมาแอ สะเตาะ	
3	นางสาวมาหย่า มากา	
4	นายอาหมัด แวอารง	
5	นายฮัมตัน ดอเลาะ	
6	นายเจ๊ะมะ เอ็งปียา	
7	นายมุฮัมมัด ปือโต	
8	นายรอมุละห์ จิใจ	
9	นางนูรีซาร์ ยะหรีง	
10	มะตาริง กูเต๊ะ	

รายชื่อผู้เข้าร่วมผู้เข้าร่วมกิจกรรม+รม
 กิจกรรมถ่ายทอดความรู้ นวัตกรรม และติดตามผลการดำเนินงาน
 โครงการยกระดับคุณภาพชีวิตอาชีพผลไม้กวนของชุมชนด้วยนวัตกรรม
 เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน
 ภายใต้โครงการการใช้ประโยชน์ผลงานวิจัยและนวัตกรรมเพื่อชุมชนสังคม
 ณ วิสาหกิจชุมชนการแปรรูปผลิตผลการเกษตร ศูนย์การเรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้า
 การเกษตร (ศพก.) ตำบลธารโต อำเภอธารโต จังหวัดยะลา
 วันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2564

ลำดับ	ชื่อ - สกุล	หมายเหตุ
๑	นายทวีศักดิ์ นวลประดิษฐ์	
๒	นางอนงค์ อุตมะมุณี	
๓	นางพญาดา ฉัตรมณี	
๔	นางสมจิต บุญสุวรรณ	
๕	นางสาววิยาณี ธรรมชาติ	
๖	นางดำกร วงศ์เทพ	
๗	นางสุคนธ์ แถมเงิน	
๘	นางสพิศ นวลม่วง	
๙	นางประทุม เร่งวรรณ	
๑๐	นางพรรณี ลอยโกสุม	

รายชื่อผู้เข้าร่วมผู้เข้าร่วมกิจกรรม
 กิจกรรมถ่ายทอดความรู้ นวัตกรรม และติดตามผลการดำเนินงาน
 โครงการการยกระดับคุณภาพชีวิตอาชีพผลไม้กวนของชุมชนด้วยนวัตกรรม
 เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน
 ภายใต้โครงการการใช้ประโยชน์ผลงานวิจัยและนวัตกรรมเพื่อชุมชนสังคม
 ณ วิทยาลัยชุมชนกลุ่มทุเรียนสวนพ่อน้ำ จินดารัตน์ ตำบลแม่หวาด อำเภอธารโต จังหวัดยะลา
 วันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2564

ลำดับ	ชื่อ - สกุล	หมายเหตุ
๑	นางพรม เวรโอภา	
๒	นางจรีรัตน์ กิมาส	
๓	นางสาวปิยมาภรณ์ กลิ่นนารี	
๔	นางนุรลุต ยูโส	
๕	นางสุจิรา สองเมืองสุข	
๖	นางสุมณฑา ครุฑเวช	
๗	นางสุนีย์ นิเชิง	
๘	นางเรียม รัตน์โนดม	
๙	นางศิริรัตน์ ทูลติลา	
๑๐	นางสาวอัญญา เบญจพับ	

ภาคผนวก ข

ภาพถ่ายทอต่องค์ความรู้ การจัดการความรู้นวัตกรรม และติดตามผลการดำเนินงาน
เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน

(1) วิชาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรน้ำตกทรายขาว บ้านเลขที่ 31 บ้านตกวัดทรายขาว หมู่ที่ 5 ตำบลทรายขาว อำเภอกอโกโพธิ์ จังหวัดปัตตานี ประธานกลุ่ม นางชญาตา สุวรรณรัตน์ โทรศัพท์ 089-2954584



(2) วิชาหกิจชุมชนแปลงใหญ่ทุเรียนตำบลกระโดตำบลวัด บ้านเลขที่ 36/4 บ้านบาชากาจิ หมู่ที่ 2 ตำบลกระโด อำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี ประธานกลุ่ม นายอาแว กระโด โทรศัพท์ 087-2955768



(3) วิสาหกิจชุมชนกลุ่มอิลยัสทุเรียนกวน บ้านเลขที่ 70/1 บ้านบูกะ หมู่ที่ 2 ตำบลบูกิต อำเภอเจาะไอร้อง จังหวัดนราธิวาส ประธานกลุ่ม นายอิลยัส กุโน โทรศัพท์ 089-4679302



(4) วิสาหกิจชุมชนกลุ่มทุเรียนกวนแม่บ้านเกษตรกรบ้านบูกะ บ้านเลขที่ 72 บ้านบูกะ หมู่ที่ 2 ตำบลบูกิต อำเภอเจาะไอร้อง จังหวัดนราธิวาส ประธานกลุ่ม นางสุมล แวยาโก๊ะ โทรศัพท์ 081-2763325



(5) วิสาหกิจชุมชนกลุ่มทุเรียนกวนบ้านบุกิต บ้านเลขที่ 258 บ้านโตะเล็ง หมู่ที่ 3 ตำบลบุกิต อำเภोजะเอนก จังหวัดนครราชสีมา ประธานกลุ่ม นายรอมือลี ตามะ โทรศัพท์ 089-5970856



(6) กลุ่มดูแลเด็กกำพร้าและยากจน บ้านป่าหวัง หมู่ที่ 1 ตำบลบันนังสตา อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา ประธานกลุ่ม นายฟรุคอน สะแลแม โทรศัพท์ 093-6943344



(7) กลุ่มสตรีบ้านปีแยะ บ้านเลขที่ 56 บ้านปีแยะ หมู่ที่ 6 ตำบลป้อมัง อำเภอรามัญ จังหวัดยะลา
ประธานกลุ่ม นางสาวอิชะ มะโซะ โทรศัพท์ 089-2991905



(8) วิสาหกิจชุมชนการแปรรูปผลผลิตการเกษตร ศูนย์การเรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้า
การเกษตร (ศพก.) บ้านเลขที่ 80 บ้านบันนังกระแจะ หมู่ที่ 5 ตำบลธารโต อำเภอดุสิต จังหวัดยะลา ประธาน
กลุ่ม นายอรรค์ศักดิ์ ชุมนุมนมณี โทรศัพท์ 084-9670481 / 086-2859938



(9) วิสาหกิจชุมชนชนกลุ่มทุเรียนสวนพ่อน้ำ จินดารัตน์ บ้านเลขที่ 419 หมู่ที่ 7 ตำบลแม่หวาด อำเภอรือเสาะ จังหวัดยะลา โทรศัพท์ 081-8982657



(10) วิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่ทุเรียนตำบลตาชี เลขที่ 48 บ้านไร่ หมู่ที่ 4 ตำบลตาชี อำเภอยะหา จังหวัดยะลา ประธานกลุ่ม นายสุรียนทร์ ศรีสุข โทรศัพท์ 094-6202525



ภาคผนวก ค

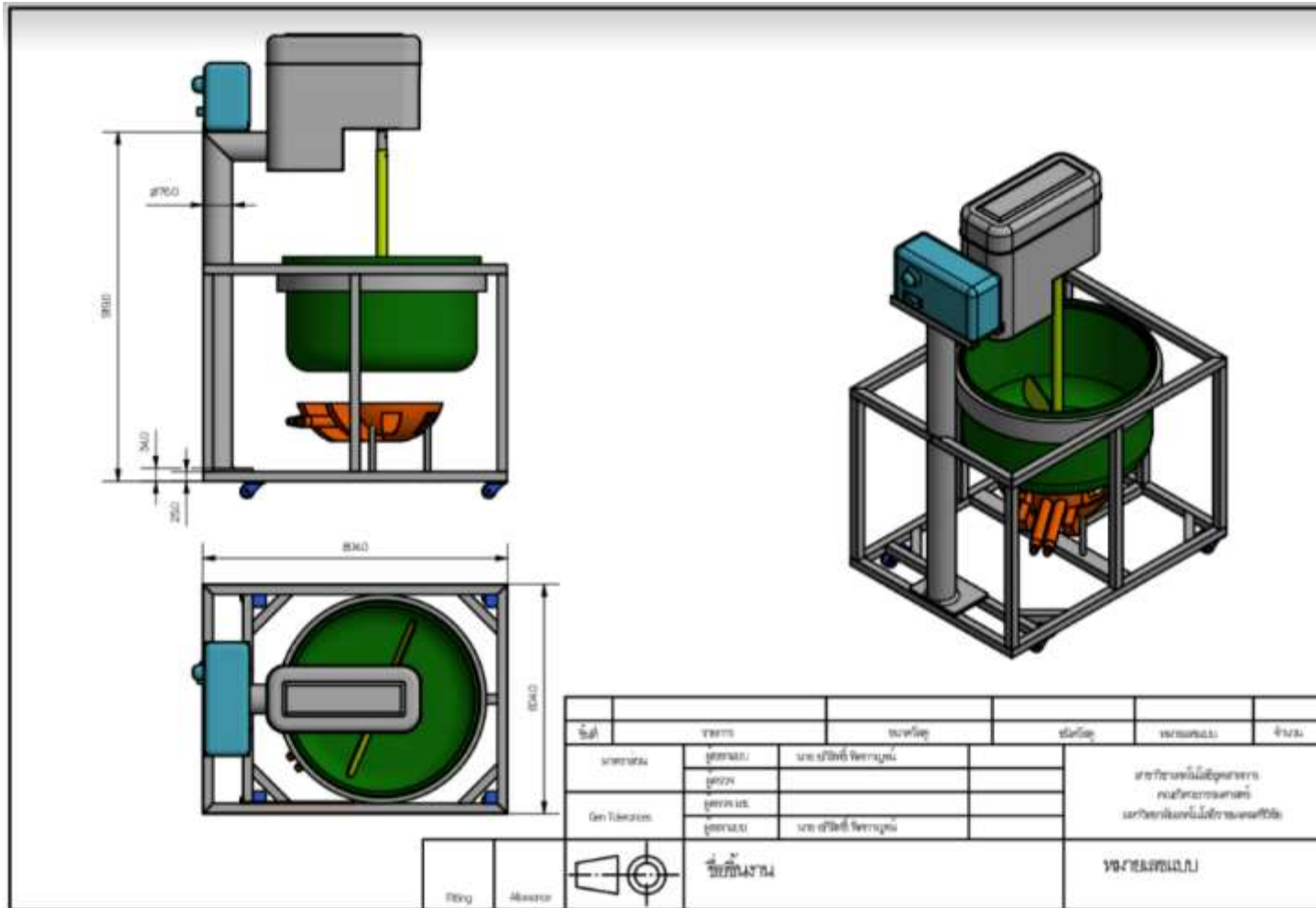
กฎ ระเบียบ และวิธีการเข้าใช้งานเครื่องจักรชุมชน

กฎ ระเบียบ และวิธีการเข้าใช้งานเครื่องจักรชุมชน
เครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน
ภายใต้โครงการการใช้ประโยชน์ผลงานวิจัยและนวัตกรรมเพื่อชุมชนสังคม

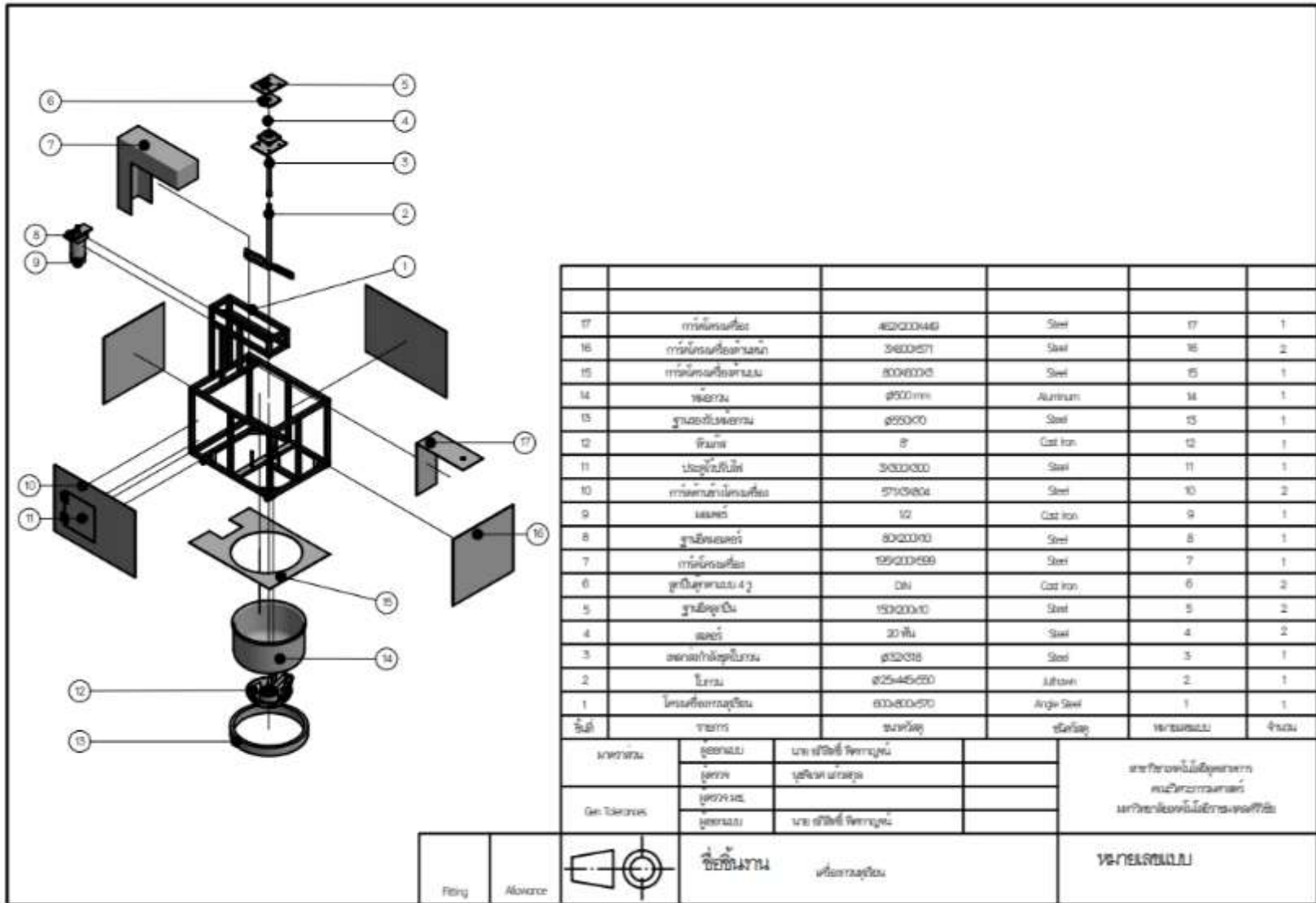
1. เครื่องจักรใช้ได้เฉพาะคนที่มีเป็นสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชน และผ่านการอบรมการใช้เครื่องจักรอย่างถูกต้อง
2. ก่อนใช้งานเครื่องจักรทุกครั้ง ต้องสวมใส่เสื้อผ้าที่รัดกุมตามหลักมาตรฐานการผลิต
3. ก่อนการใช้งานเครื่องจักร จะต้องตรวจสอบที่ครอบฝาหรือปกปิดป้องกันส่วนที่หมุนได้ และติดตั้งให้มั่นคงแข็งแรง และเรียบร้อย เพื่อป้องกันอันตรายจากการยื่นขึ้นส่วนของร่างกายเข้าไปโดนเครื่องจักร
4. สวมใส่อุปกรณ์ PPE เครื่องป้องกันและใช้เครื่องมืออย่างถูกต้องเหมาะสมกับงาน และระมัดระวังการใช้ถุงมือขณะปฏิบัติงานกับเครื่องจักร
5. การตรวจสอบซ่อมแซมและทำความสะอาดเครื่องจักรนั้น ต้องหยุดการทำงานของเครื่องจักรให้เรียบร้อยก่อน
6. ต้องบำรุงรักษาเครื่องจักรให้สะอาดอยู่เสมอ หมั่นตรวจสอบสภาพของเครื่องจักรก่อนใช้งานทุกครั้ง หากมีส่วนใดชำรุดหรือชิ้นส่วนใดเสียหายให้แจ้งผู้ควบคุมการใช้งานให้ทราบทันที และจะต้องบันทึกลงในแบบบันทึกการบำรุงรักษาเครื่องของคู่มือการใช้งานอย่างสม่ำเสมอ
7. หลีกเลี่ยงการใช้งานเครื่องจักรต่อเนื่องเป็นเวลานาน เนื่องจากอาจเกินกำลังของเครื่องจักรได้
8. เมื่อต้องทำงานร่วมกับผู้อื่นในขณะที่ใช้เครื่องจักร จะต้องแน่ใจว่าทุกคนเข้าใจสัญญาณในการสื่อสารต่าง ๆ อย่างชัดเจนและถูกต้องตรงกัน
9. เมื่อใช้งานเครื่องจักรเสร็จเรียบร้อยแล้ว ต้องทำความสะอาดเครื่องจักรทุกครั้ง และเก็บวางอุปกรณ์ ณ ตำแหน่งเดิม เพื่อให้บุคคลที่จะมาใช้งานต่อไปสามารถทำงานได้
10. ก่อนการใช้งานและหลังการใช้งานเครื่องจักรทุกครั้งจะต้องลงเวลาปฏิบัติงานเครื่องจักรในแบบบันทึกการใช้งานเครื่องของคู่มือการใช้งานอย่างสม่ำเสมอ

ภาคผนวก ง

แบบสั่งผลิตเครื่องกววนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ



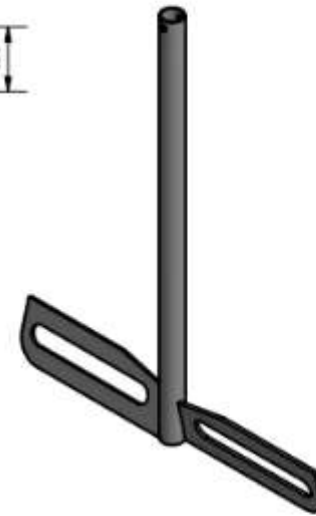
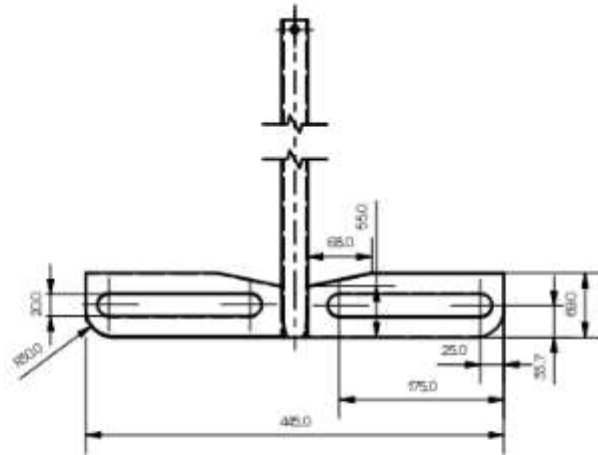
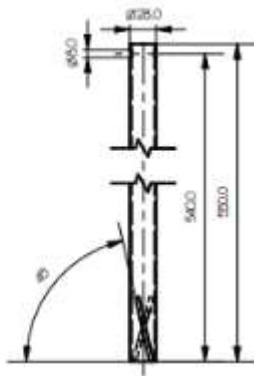
รูปที่ จ.1 แบบโครงสร้างเครื่องกวนผลไม้ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ



ลำดับ	ชื่อรายการ	ขนาด	วัสดุ	จำนวน	หมายเหตุ
17	การันท์บนเครื่อง	402000440	Steel	17	1
16	การันท์บนเครื่องสามขา	34000071	Steel	16	2
15	การันท์บนเครื่องสามขา	80040000	Steel	15	1
14	ขาเครื่อง	Ø500mm	Aluminum	14	1
13	ฐานรองขี้นเครื่อง	Ø90000	Steel	13	1
12	ฟิวเจอร์	8	Cast Iron	12	1
11	แป้นหัวขี้น	30000000	Steel	11	1
10	การันท์บนเครื่องเครื่อง	Ø7100804	Steel	10	2
9	แป้นหัว	10	Cast Iron	9	1
8	ฐานเครื่องเครื่อง	80000000	Steel	8	1
7	การันท์บนเครื่อง	109000099	Steel	7	1
6	ฐานสี่เหลี่ยม 4 ขา	Ø8	Cast Iron	6	2
5	ฐานสี่เหลี่ยม	15000000	Steel	5	2
4	แป้นหัว	20 ฟัน	Steel	4	2
3	แป้นหัวใส่ฐานเครื่อง	Ø32008	Steel	3	1
2	โครง	Ø25445000	Aluminum	2	1
1	โครงเครื่องเครื่อง	800400000	Angle Steel	1	1

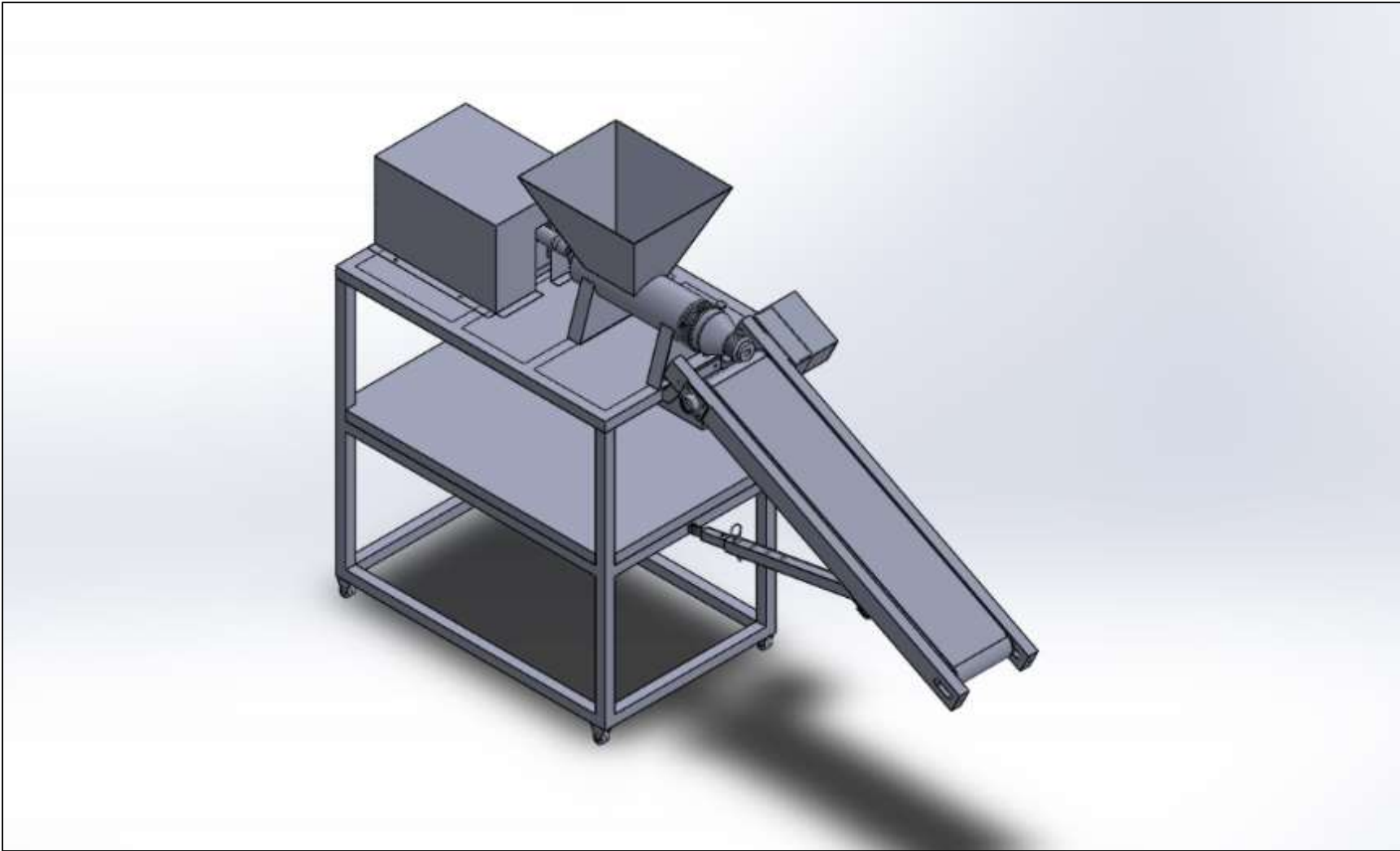
ชนิด	รายการ	ขนาด	วัสดุ	จำนวน	หมายเหตุ
วัสดุ	เหล็กกล้า	ขนาด	Cast Iron	1	สำหรับใช้ประกอบเครื่อง ตามข้อกำหนด การันท์บนเครื่องเครื่อง
	เหล็กกล้า	ขนาด	Cast Iron	1	
	เหล็กกล้า	ขนาด	Cast Iron	1	
	เหล็กกล้า	ขนาด	Cast Iron	1	

Fitting	Allowance		ชื่อรายการ	ชื่อรายการ	ชื่อรายการ
---------	-----------	--	------------	------------	------------

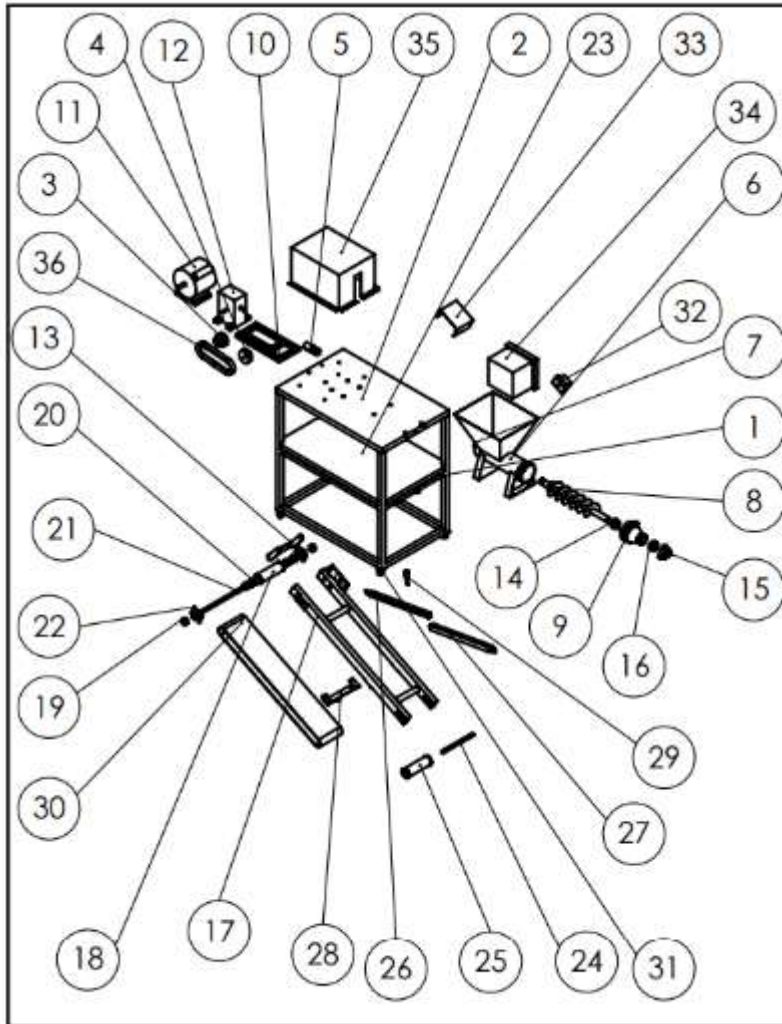


ชื่อ		ขนาด		ชนิดวัสดุ		ชนิดวัสดุ		ชื่อแบบ		จำนวน	
ขนาด	รูปร่าง	ขนาด	ขนาด	ชนิดวัสดุ	ชนิดวัสดุ	ชื่อแบบ	จำนวน	ภาชนะบรรจุภัณฑ์ ภาชนะบรรจุภัณฑ์ ภาชนะบรรจุภัณฑ์ ภาชนะบรรจุภัณฑ์			
	รูปร่าง	ขนาด	ขนาด								
Gen Tolerance	รูปร่าง	ขนาด	ขนาด	ชนิดวัสดุ	ชนิดวัสดุ	ชื่อแบบ	จำนวน				
	รูปร่าง	ขนาด	ขนาด								
Fitting	Allowance			ชื่อแบบ ชื่อแบบ		ชื่อแบบ ชื่อแบบ		ชื่อแบบ ชื่อแบบ			

ภาคผนวก จ
แบบสั่งผลิตเครื่องอัดแท่งผลไม้กวน



รูปที่ ๑.๑ แบบโครงเครื่องอัดแท่งผลไม้อกวน



36	Belt	760x146	Standard	1	-
35	Safety Guard Power	320x280x199.75	Stainless Steel	1	BFS-25
34	Electrical Control	155x190x170	Plastic	1	-
33	Safety Guard Motor	110x127x64	Stainless Steel	1	BFS-24
32	Motor AC 1/4 HP	220V	Standard	1	-
31	Wheel	25.4x25.4	Standard	4	-
30	Conveyor Belt	23.4x760	Plastic	1	-
29	Mounting latch	27x64	Stainless Steel	1	BFS-23
28	Link Arm and slide	51.5x186.6x35.3	Stainless Steel	1	BFS-22
27	Slide-out box	25.4x430.5x25.4	Stainless Steel	1	BFS-21
26	Slide-in box	421x19.4x19.4	Stainless Steel	1	BFS-20
25	Boot Swing Arm 2	51x155.6	Plastic	1	BFS-19
24	Conveyor Belt Shaft 2	15x207	Stainless Steel	1	BFS-18
23	Shelf	710x659.2x25.4	Stainless Steel	1	BFS-17
22	Bearing Housings	63.8x51.3x19.8	Stainless Steel	2	BFS-16
21	Conveyor Belt Shaft 1	16x270	Stainless Steel	1	BFS-15
20	Ball Bearing Press	32.7x18	Plastic	2	BFS-14
19	Bearing	32x17	Standard	4	-
18	Boot Swing Arm 1	51.4x150.2	Plastic	1	BFS-13
17	Swing Arm	853x207x50	Stainless Steel	1	BFS-12
16	Boot Locking Head	46x23	Plastic	1	BFS-11
15	Locking Head	52x27	Stainless Steel	1	BFS-10
14	Boot Fruit Exit	39x25.3	Plastic	1	BFS-09
13	Extension Arm	123.77x155.2x19	Stainless Steel	1	BFS-08
12	Reduction Gear	1:30	Standard	1	-
11	Motor AC 1/3 HP	220V	Standard	1	-
10	Motor Mounts	137x290x18.7	Stainless Steel	1	BFS-07
9	Fruit Exit	85.8x88.2	Stainless Steel	1	BFS-06
8	Bquette Screw Shaft	50.7x451	Stainless Steel	1	BFS-05
7	Boot Screw Shaft	51x41	Plastic	1	BFS-04
6	Cylinder Bquette	164x313x165	Stainless Steel	1	BFS-03
5	Block Ball	26x82	Stainless Steel	1	-
4	Pulley Reduction Gear	64x35	Cast Iron	1	-
3	Pulley Motor	62.4x42.5	Cast Iron	1	-
2	Guard Structure	711x541x26.4	Stainless Steel	1	BFS-02
1	Machine Structure	710x399x705	Stainless Steel	1	BFS-01
POS	Part Name and Remark	Dimension	Material	Rep.	Drawing

Scale 1:30

Drawn B.Worapong

Rajamangala University
of Technology Srivijaya

Gen. Tolerances
ISO 2768:

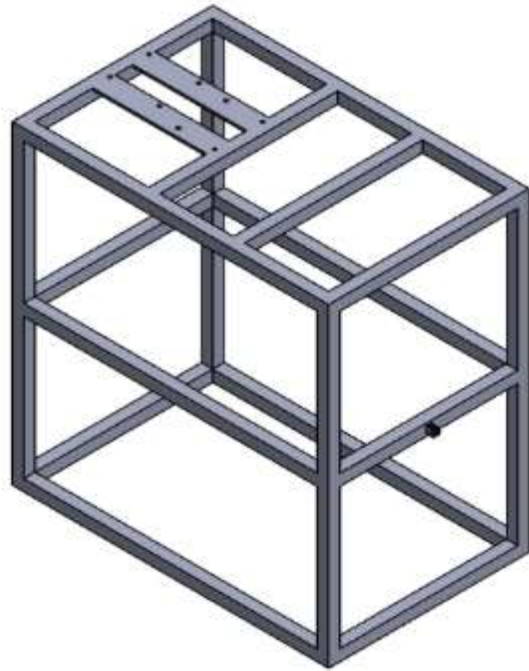
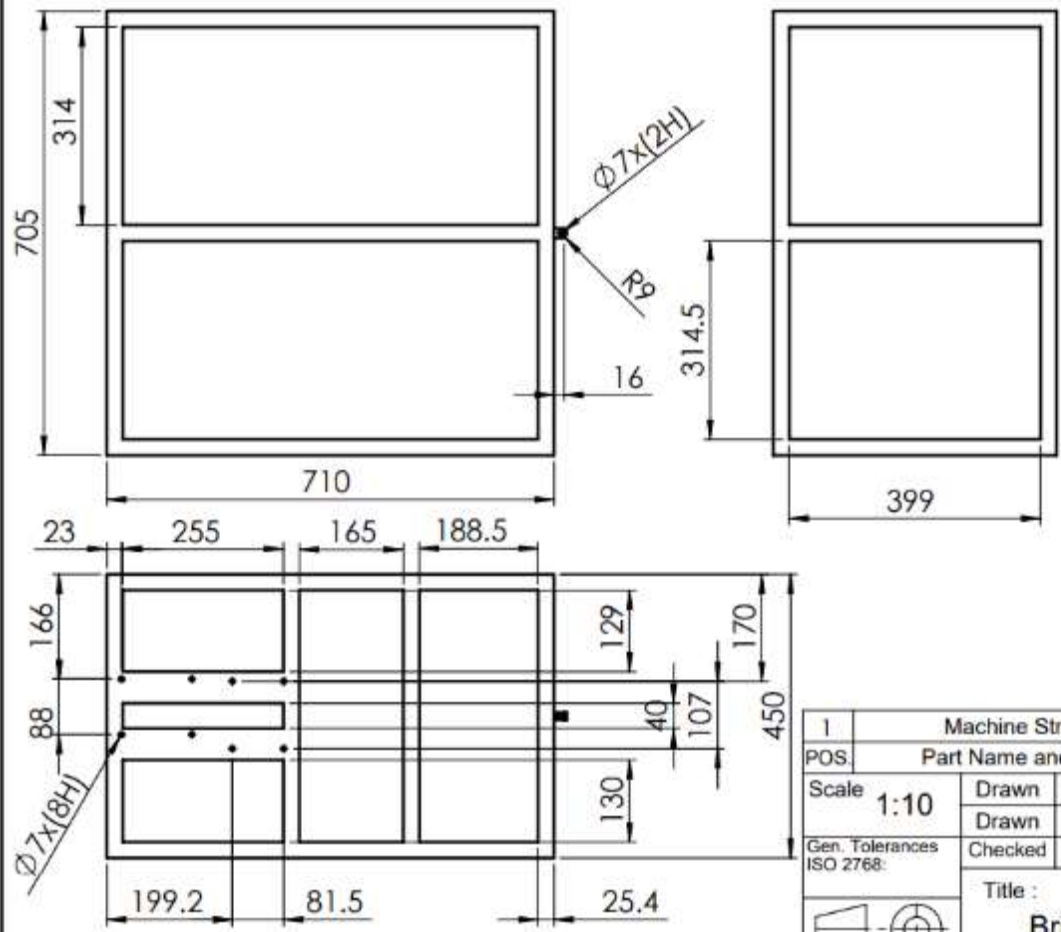
Checked

Title :

Drawing No.

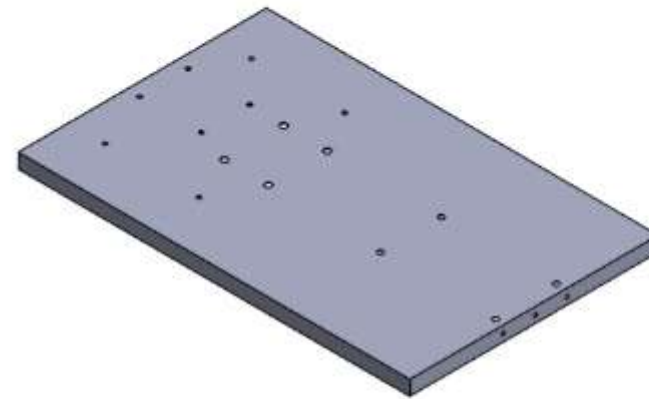
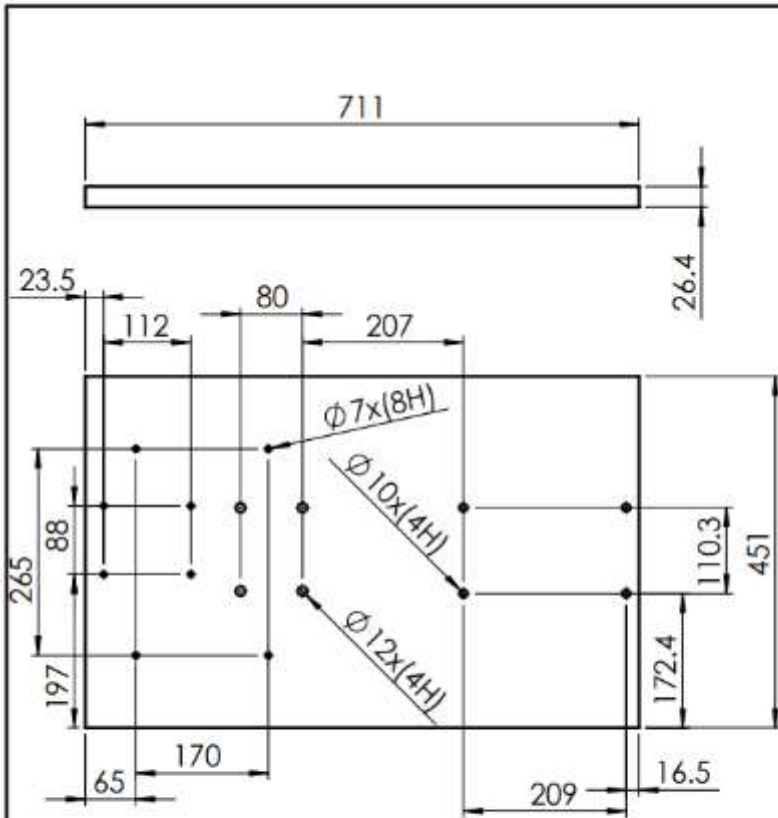


Bquette Fruit Stirring Machine

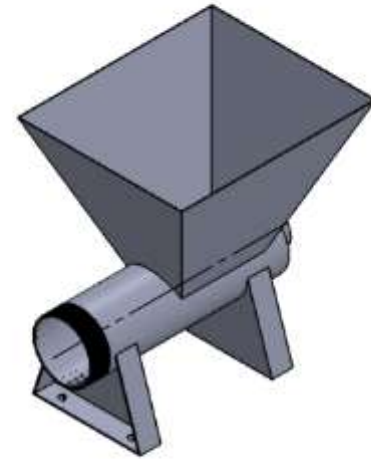
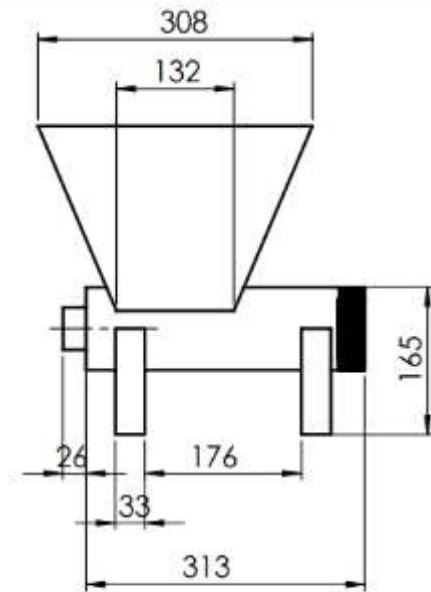
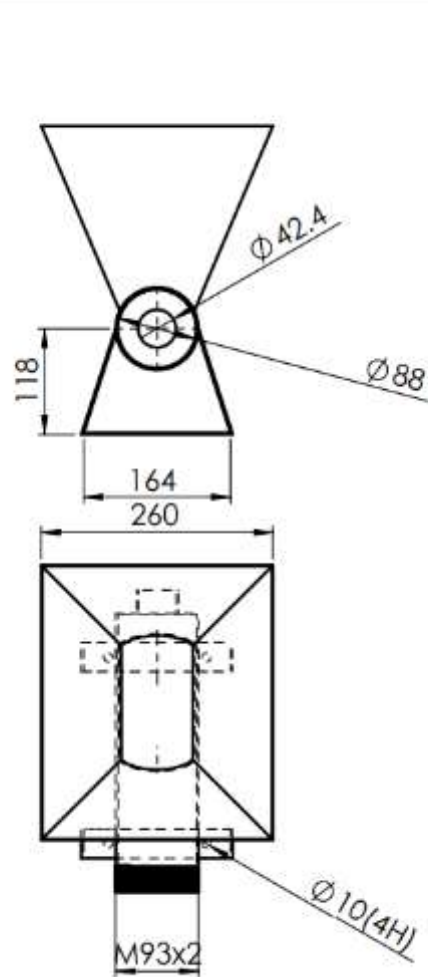


1	Machine Structure	710x399x705	Stainless Steel	1	BFS-01
POS.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Rep.	Drawing
Scale	1:10	Drawn	B.Worapong	Rajamangala University of Technology Srivijaya	
		Drawn			
Gen. Tolerances ISO 2768:		Checked			
Title :				Drawing No.	
Briquette Fruit Stirring Machine				BFS-01	

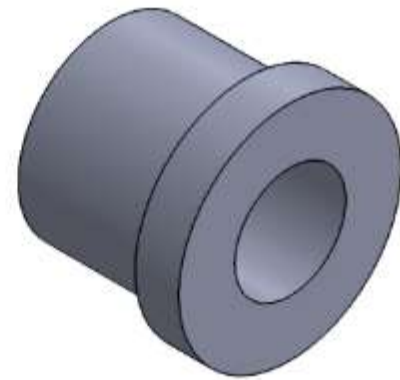
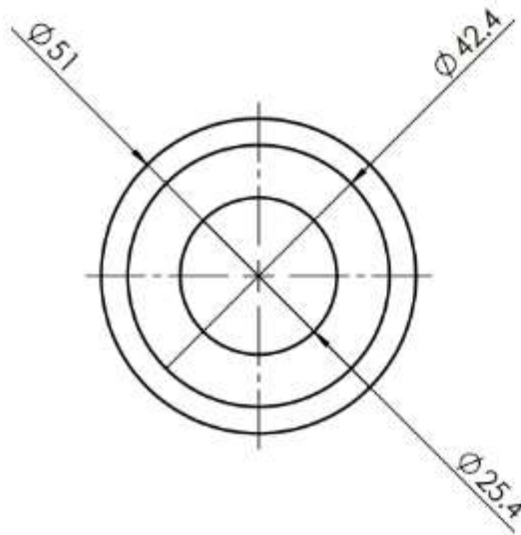
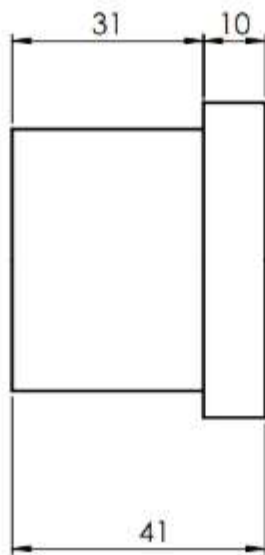





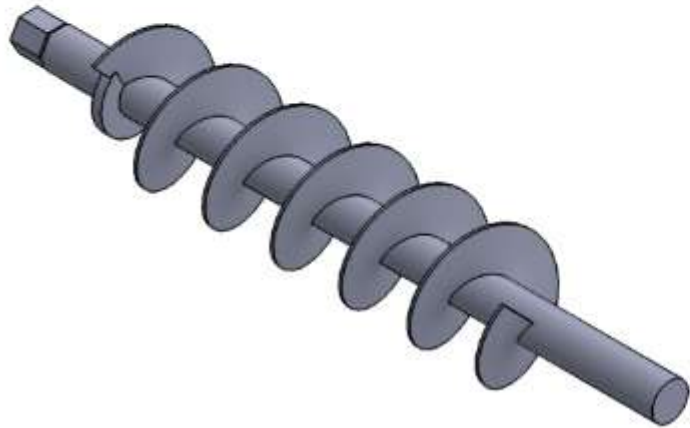
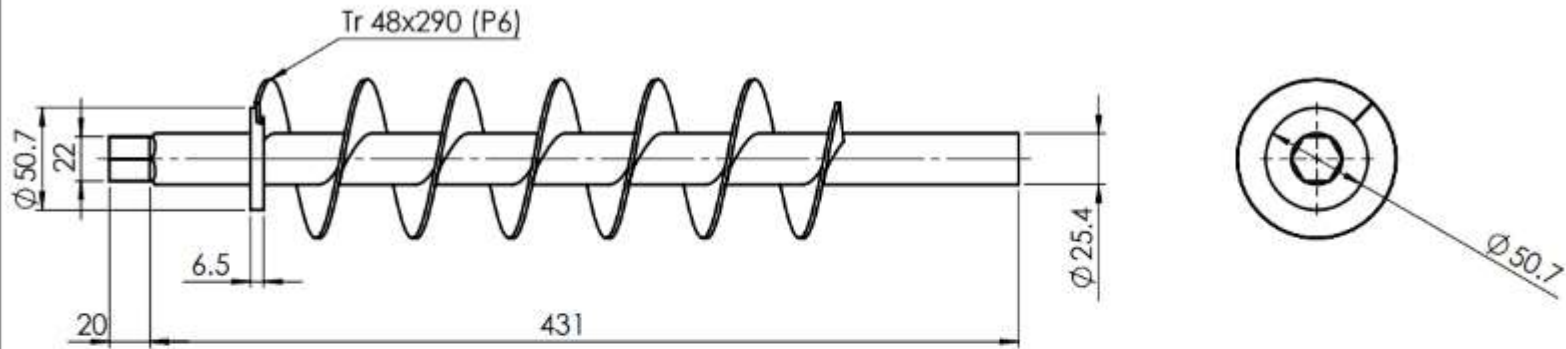
2	Gard Structure	711x541x26.4	Stainless Steel	1	BFS-02
POS.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Rep.	Drawing
Scale	1:8	Drawn	B.Worapong	Rajamangala University of Technology Srivijaya	
Gen. Tolerances ISO 2768:	Checked				
Title :		Briquette Fruit Stirring Machine			



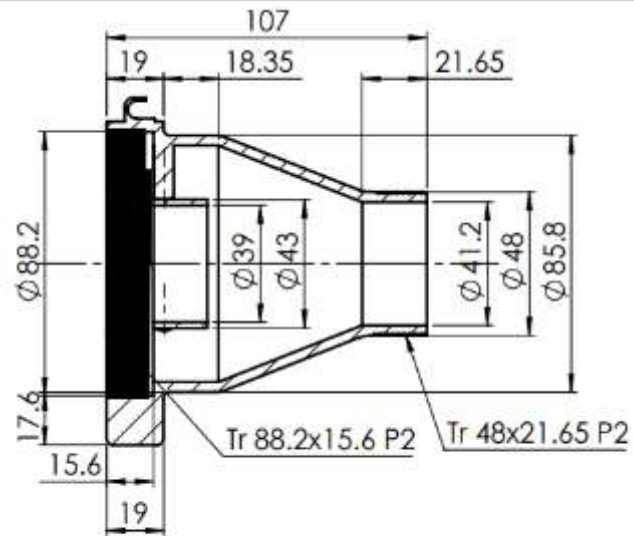
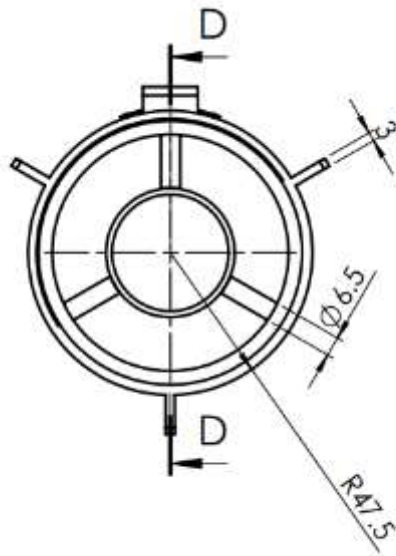
6	Cylinder Briquette	164x313x165	Stainless Steel	1	BFS-03
POS.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Rep.	Drawing
Scale	1:7	Drawn	B.Worapong	Rajamangala University of Technology Srivijaya	
Gen. Tolerances ISO 2768:	Checked				
Title :		Briquette Fruit Stirring Machine			



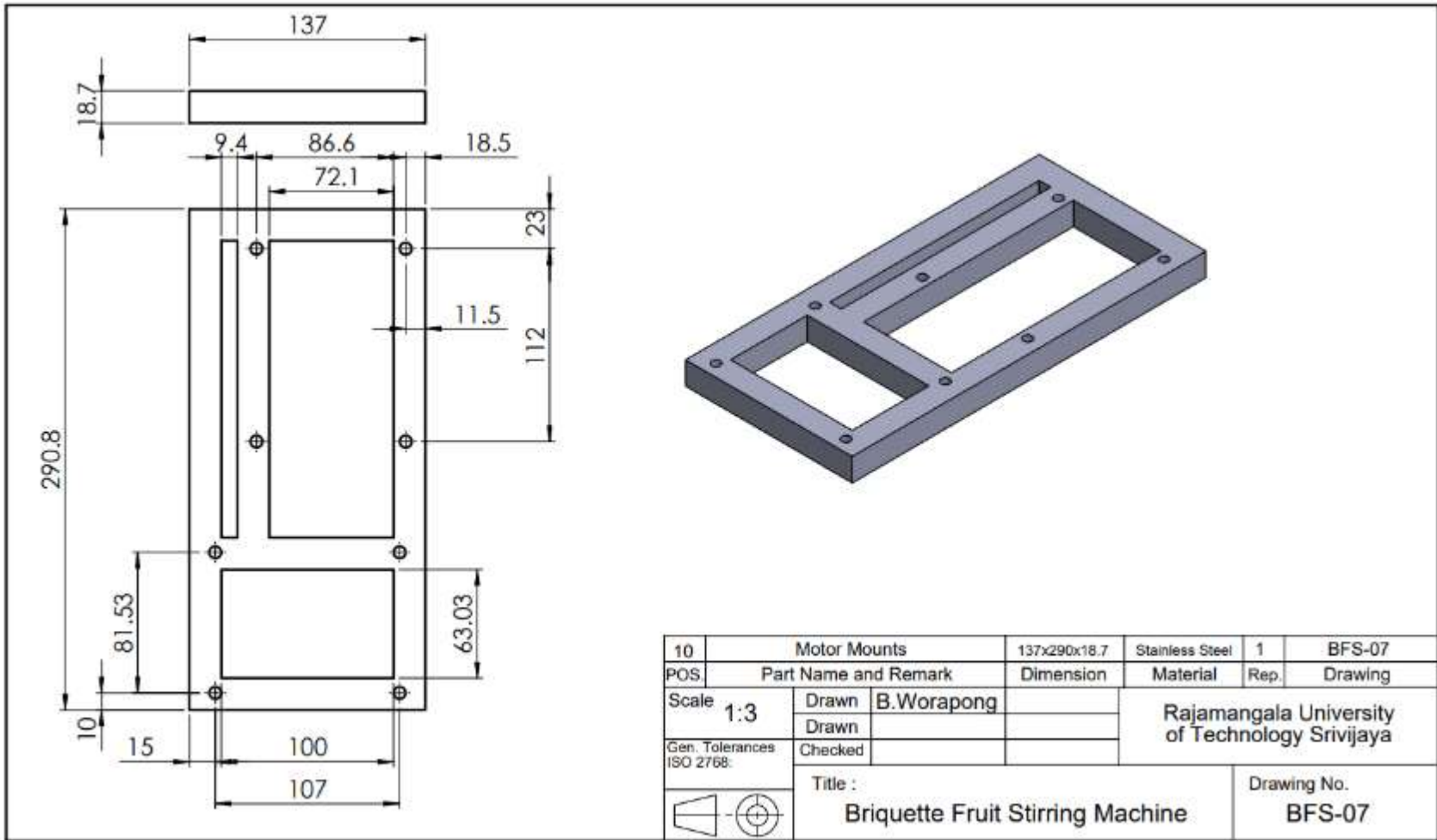
7	Boot Screw Shaft	51x41	Plastic	1	BFS-04
POS.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Rep.	Drawing
Scale 1:1	Drawn	B.Worapong	Rajamangala University of Technology Srivijaya		
	Drawn				
Gen. Tolerances ISO 2768:	Checked				
	Title :				Drawing No.
	Briquette Fruit Stirring Machine				BFS-04



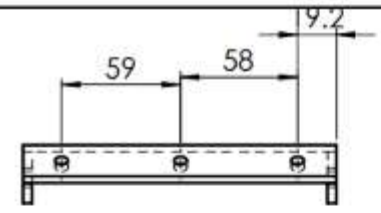
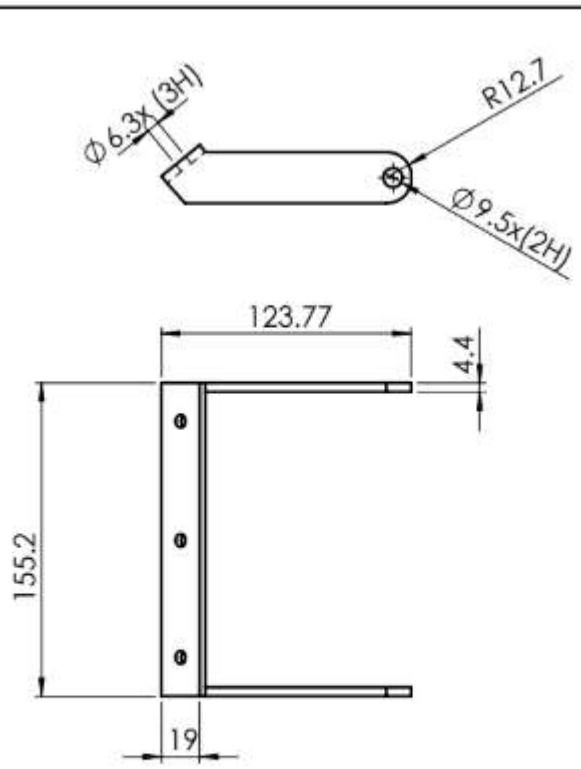
8	Briquette Screw Shaft	50.7x451	Stainless Steel	1	BFS-05
POS.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Rep.	Drawing
Scale 1:3	Drawn	B.Worapong	Rajamangala University of Technology Srivijaya		
	Drawn				
Gen. Tolerances ISO 2768:	Checked		Title : Briquette Fruit Stirring Machine		



9	Fruit Exit	85.8x88.2	Stainless Steel	1	BFS-06
POS.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Rep.	Drawing
Scale	1:2	Drawn B.Worapong	Rajamangala University of Technology Srivijaya		
		Drawn			
Gen. Tolerances ISO 2768:	Checked				
Title :		Briquette Fruit Stirring Machine		Drawing No. BFS-06	

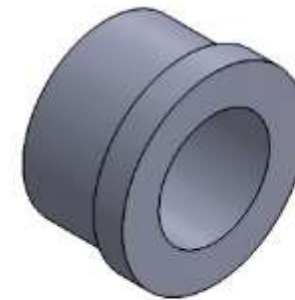
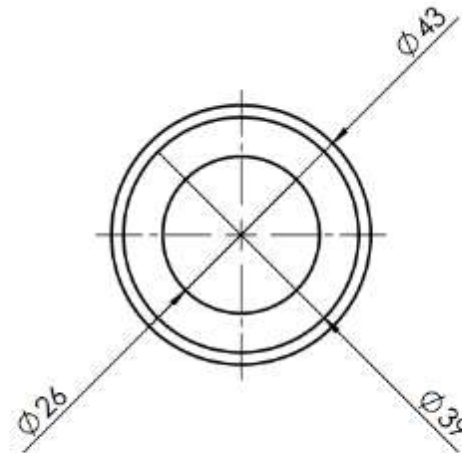
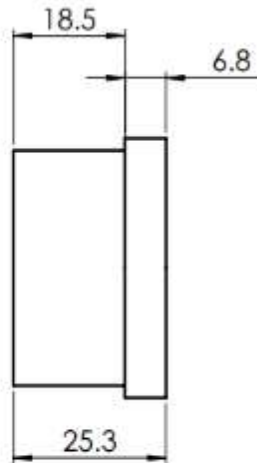


10	Motor Mounts	137x290x18.7	Stainless Steel	1	BFS-07
POS	Part Name and Remark	Dimension	Material	Rep.	Drawing
Scale	1:3	Drawn	B.Worapong	Rajamangala University of Technology Srivijaya	
		Drawn			
		Checked			
Gen. Tolerances ISO 2768:	Title : Briquette Fruit Stirring Machine			Drawing No. BFS-07	



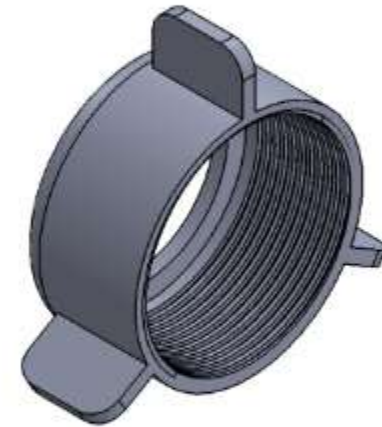
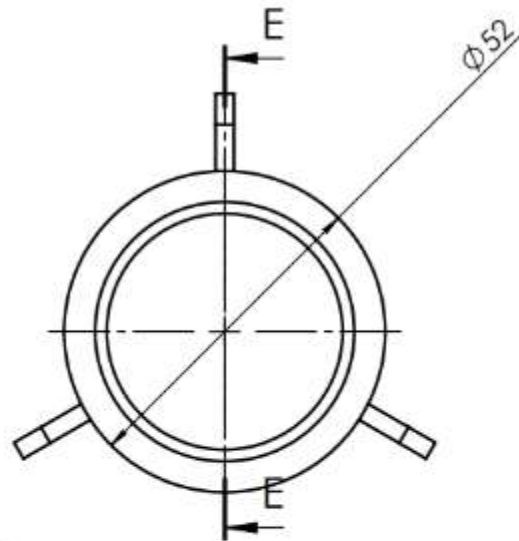
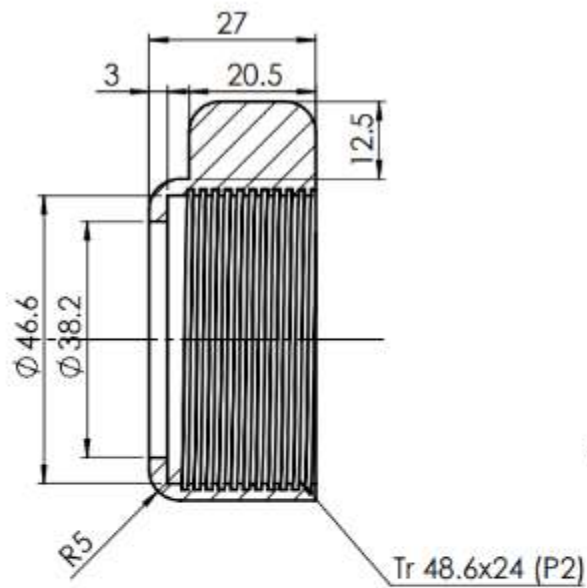
13	Extension Arm	123.77x155.2x19	Stainless Steel	1	BFS-08
POS.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Rep.	Drawing
Scale	1:3	Drawn	Rajamangala University of Technology Srivijaya		
		Drawn			
Gen. Tolerances ISO 2768:	Checked				
Title :				Drawing No.	
Briquette Fruit Stirring Machine				BFS-08	



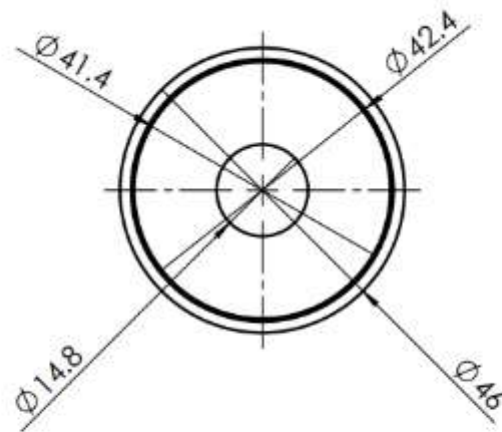
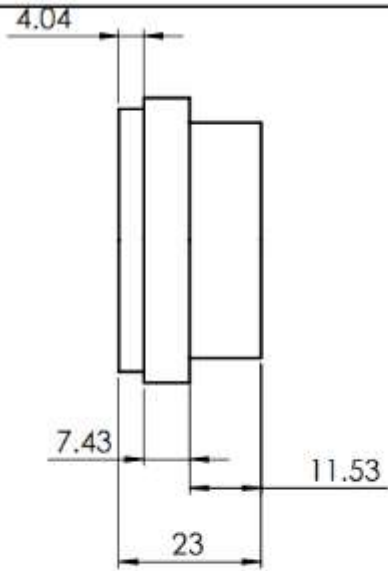


9	Boot Fruit Exit	39x25.3	Plastic	1	BFS-09
POS.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Rep.	Drawing
Scale	1:1	Drawn	B.Worapong	Rajamangala University of Technology Srivijaya	
		Drawn			
Gen. Tolerances ISO 2768		Checked			
Title :				Drawing No.	
Briquette Fruit Stirring Machine				BFS-09	

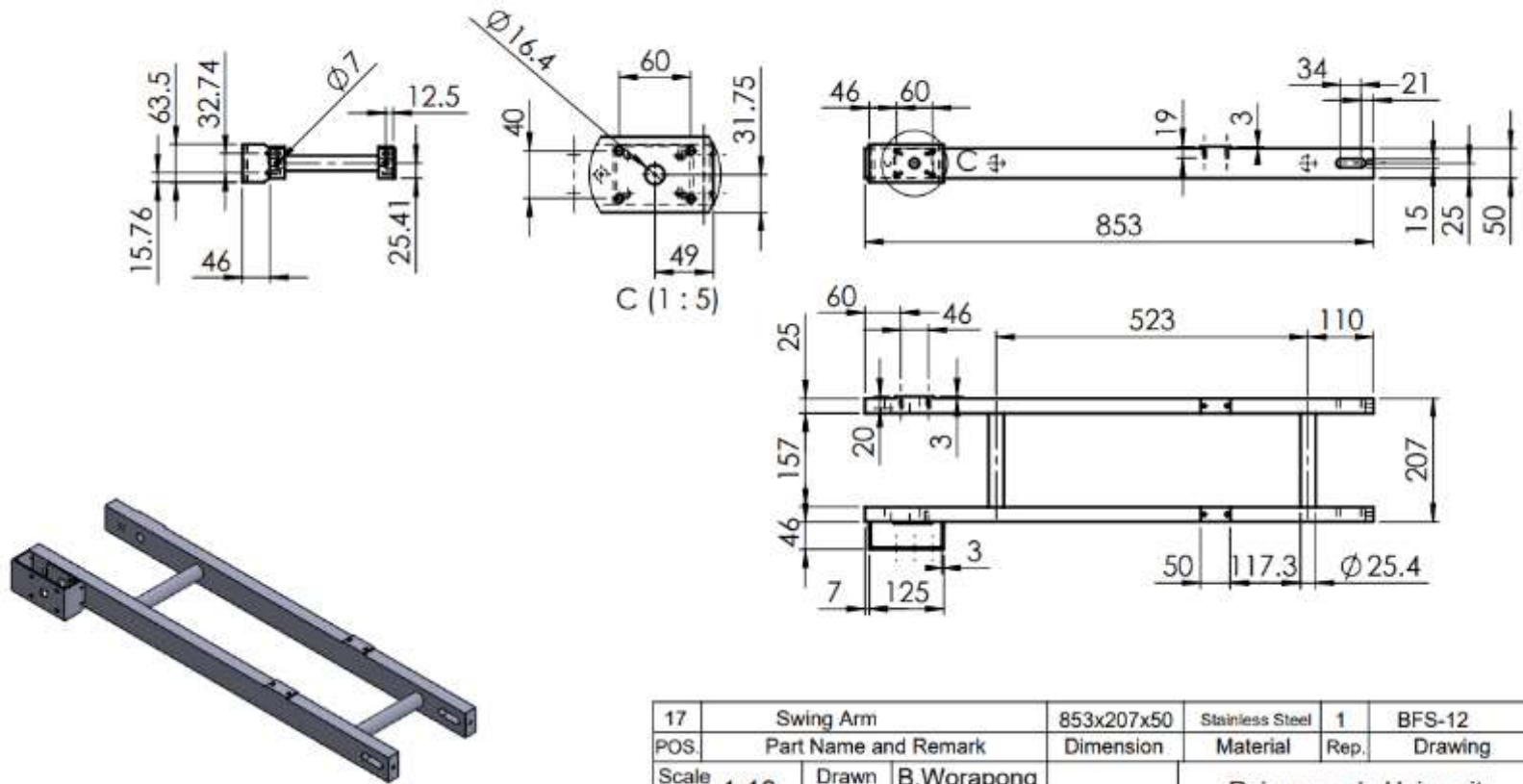




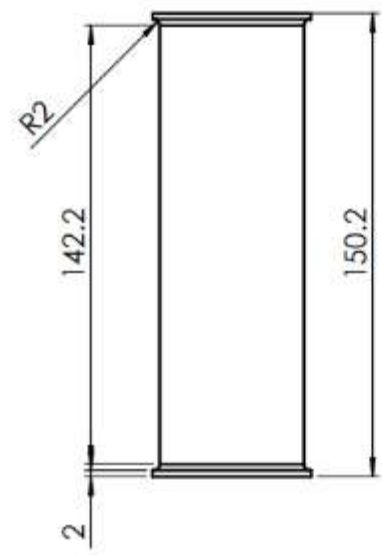
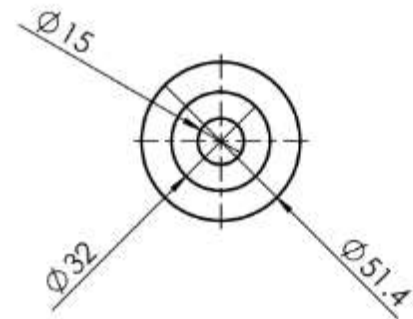
15	Locking Head	52x27	Stainless Steel	1	BFS-10
POS.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Rep.	Drawing
Scale	1:5	Drawn	B.Worapong	Rajamangala University of Technology Srivijaya	
		Drawn			
Gen. Tolerances ISO 2768:		Checked			
Title :			Drawing No.		
Briquette Fruit Stirring Machine			BFS-10		



16	Boot Locking Head	46x23	Plastic	1	BFS-11
POS	Part Name and Remark	Dimension	Material	Rep.	Drawing
Scale 1:1	Drawn	B.Worapong	Rajamangala University of Technology Srivijaya		
	Drawn				
Gen. Tolerances ISO 2768:	Checked				
	Title :			Drawing No.	
	Briquette Fruit Stirring Machine			BFS-11	

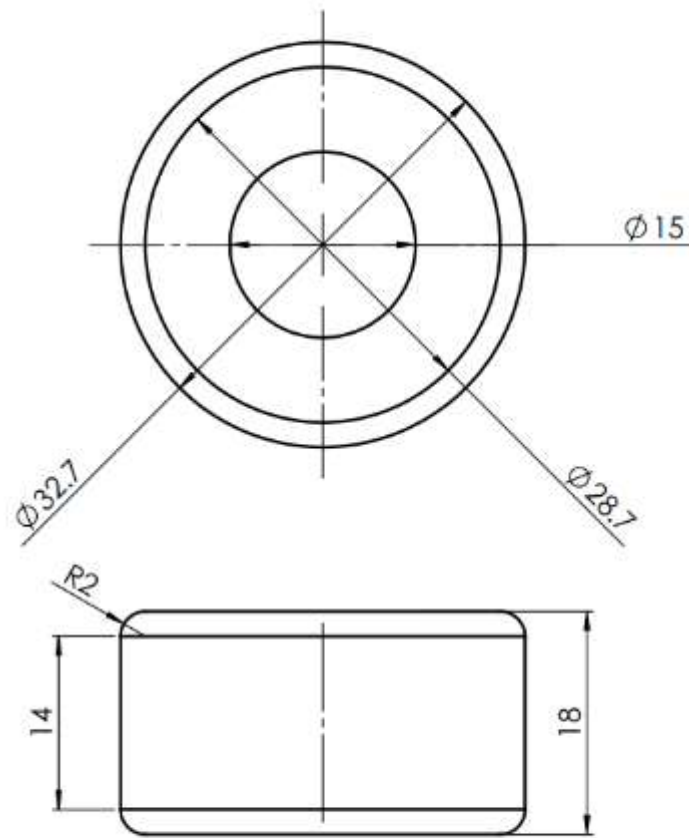



17	Swing Arm	853x207x50	Stainless Steel	1	BFS-12
POS.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Rep.	Drawing
Scale	1:10	Drawn	B.Worapong	Rajamangala University of Technology Srivijaya	
		Drawn			
Gen. Tolerances ISO 2768:		Checked			
			Title :		Drawing No.
			Briquette Fruit Stirring Machine		BFS-12

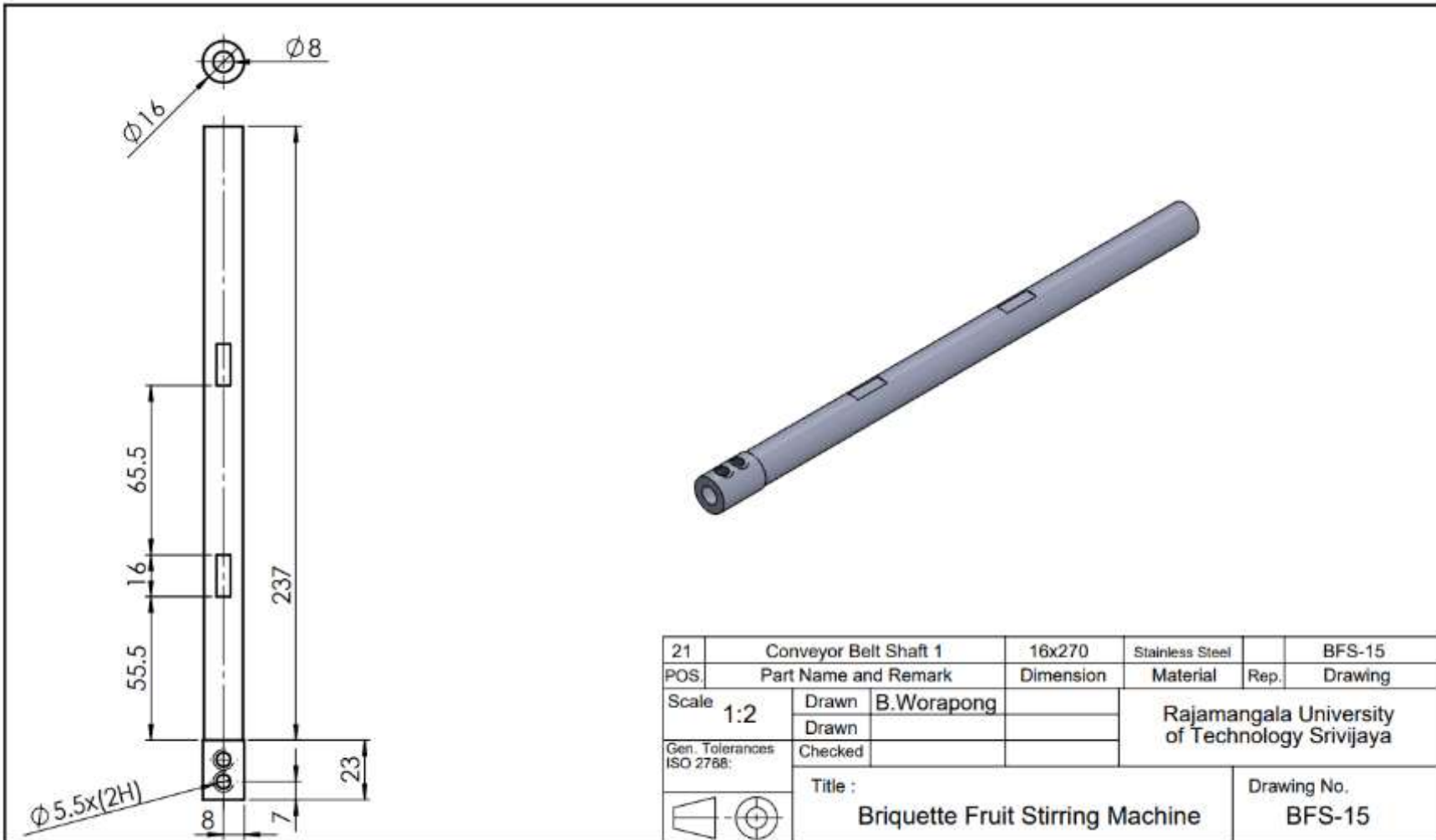


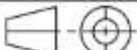
18	Boot Swing Arm 1	51.4x150.2	Plastic	1	BFS-13
POS	Part Name and Remark	Dimension	Material	Rep.	Drawing
Scale	1:2	Drawn	B.Worapong	Rajamangala University of Technology Srivijaya	
	Drawn				
Gen. Tolerances ISO 2768:	Checked				
Title :			Drawing No.		
Briquette Fruit Stirring Machine			BFS-13		

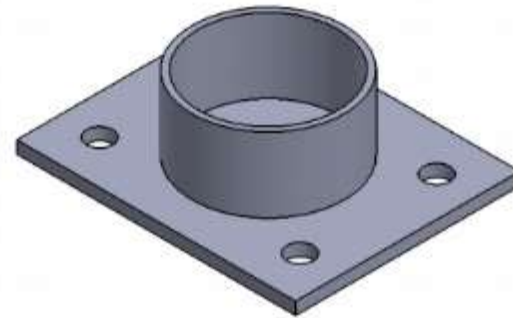
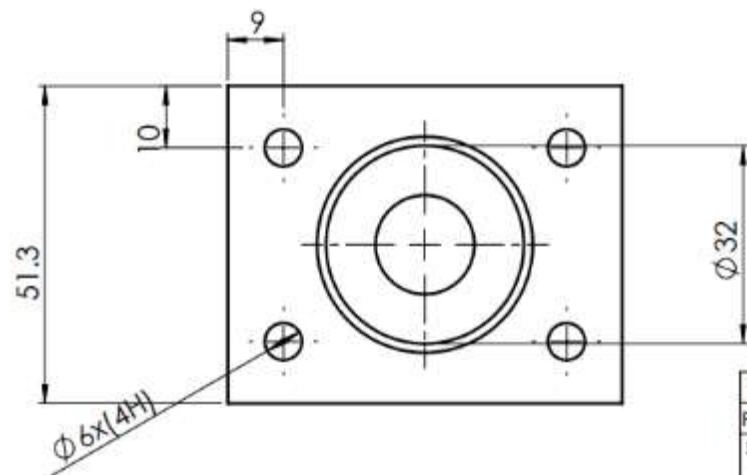
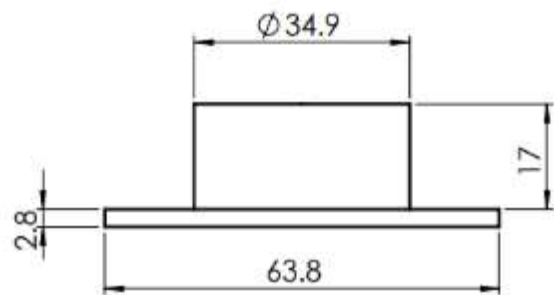


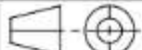


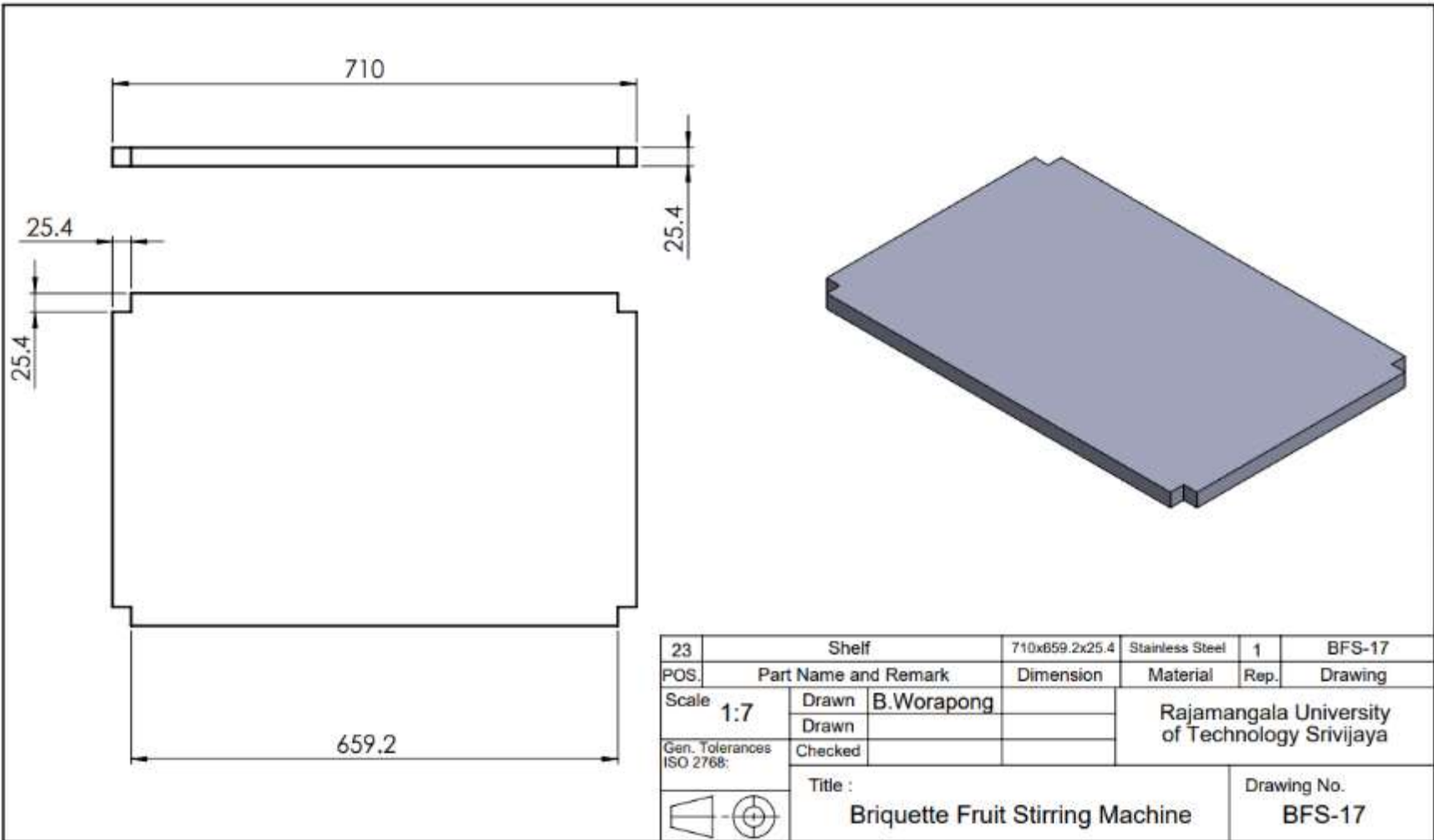
20	Ball Bearing Press	32.7x18	Plastic	2	BFS-14
POS.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Rep.	Drawing
Scale	2:1	Drawn	B.Worapong	Rajamangala University of Technology Srivijaya	
		Drawn			
Gen. Tolerances ISO 2768:		Checked			
		Title :		Drawing No.	
		Briquette Fruit Stirring Machine		BFS-14	




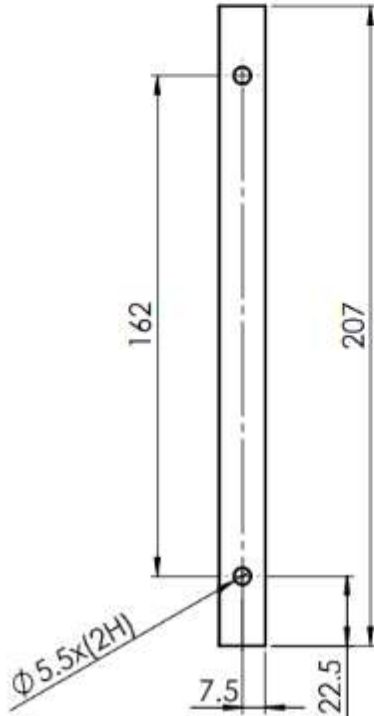
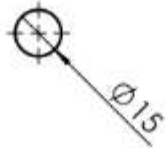
21	Conveyor Belt Shaft 1	16x270	Stainless Steel		BFS-15
POS.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Rep.	Drawing
Scale 1:2	Drawn	B.Worapong	Rajamangala University of Technology Srivijaya		
	Drawn				
Gen. Tolerances ISO 2768:	Checked				
	Title :			Drawing No.	
	Briquette Fruit Stirring Machine			BFS-15	



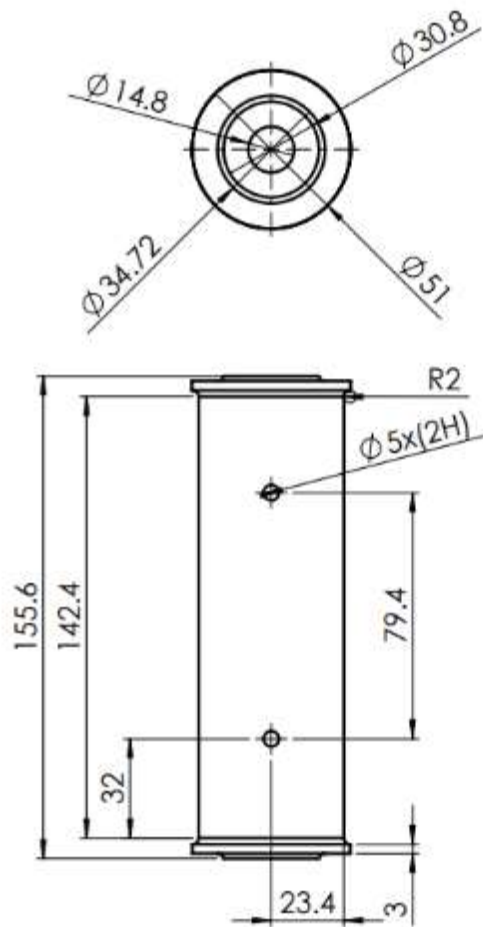
22	Bearing Housings	63.8x51.3x19.8	Stainless Steel	2	BFS-16
POS.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Rep.	Drawing
Scale 1:1	Drawn	B.Worapong	Rajamangala University of Technology Srivijaya		
	Drawn				
Gen. Tolerances ISO 2768:	Checked				
	Title :			Drawing No.	
	Briquette Fruit Stirring Machine			BFS-16	



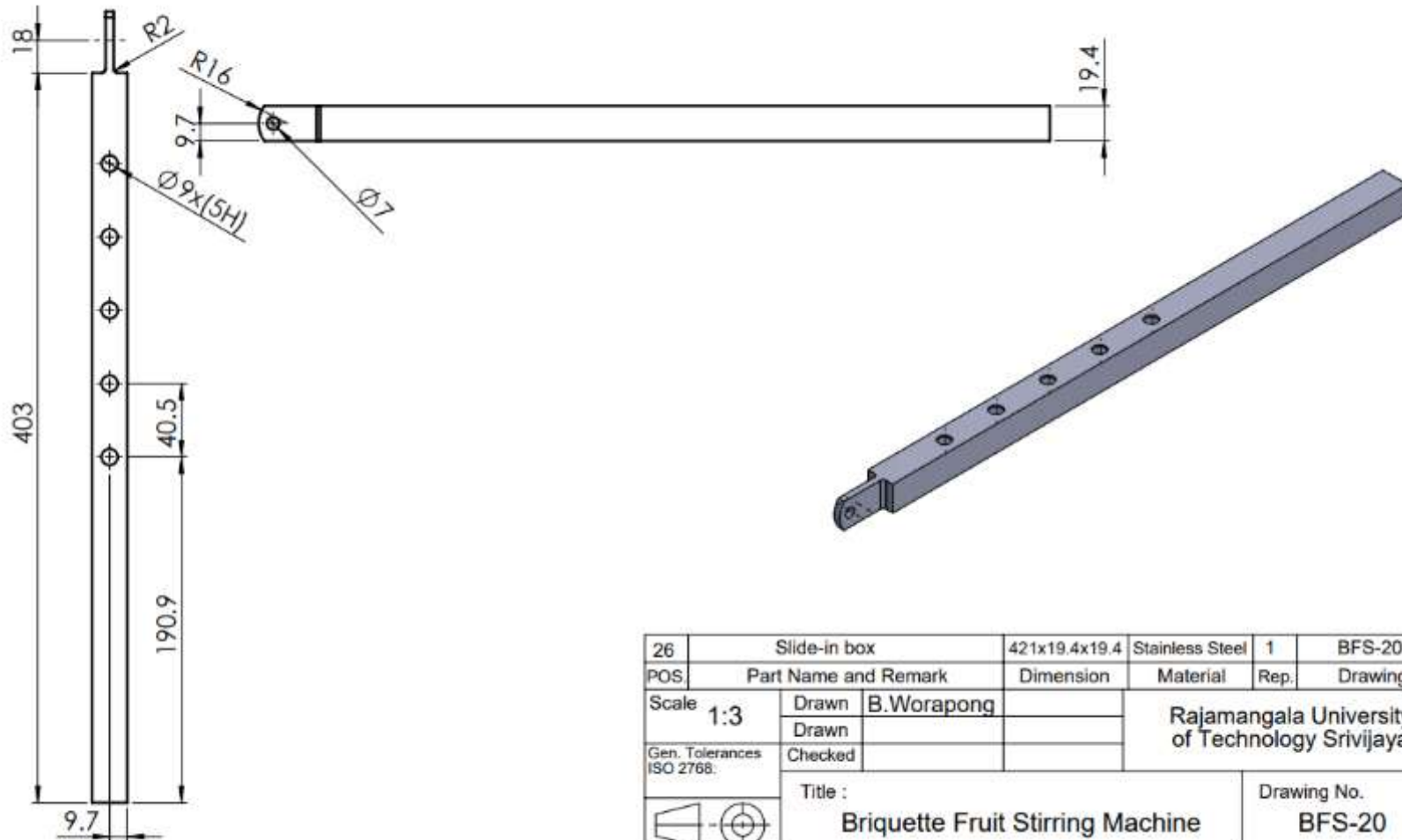
23	Shelf	710x659.2x25.4	Stainless Steel	1	BFS-17
POS.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Rep.	Drawing
Scale	1:7	Drawn	B.Worapong	Rajamangala University of Technology Srivijaya	
		Drawn			
Gen. Tolerances ISO 2768;		Checked			
		Title :		Drawing No.	
		Briquette Fruit Stirring Machine		BFS-17	



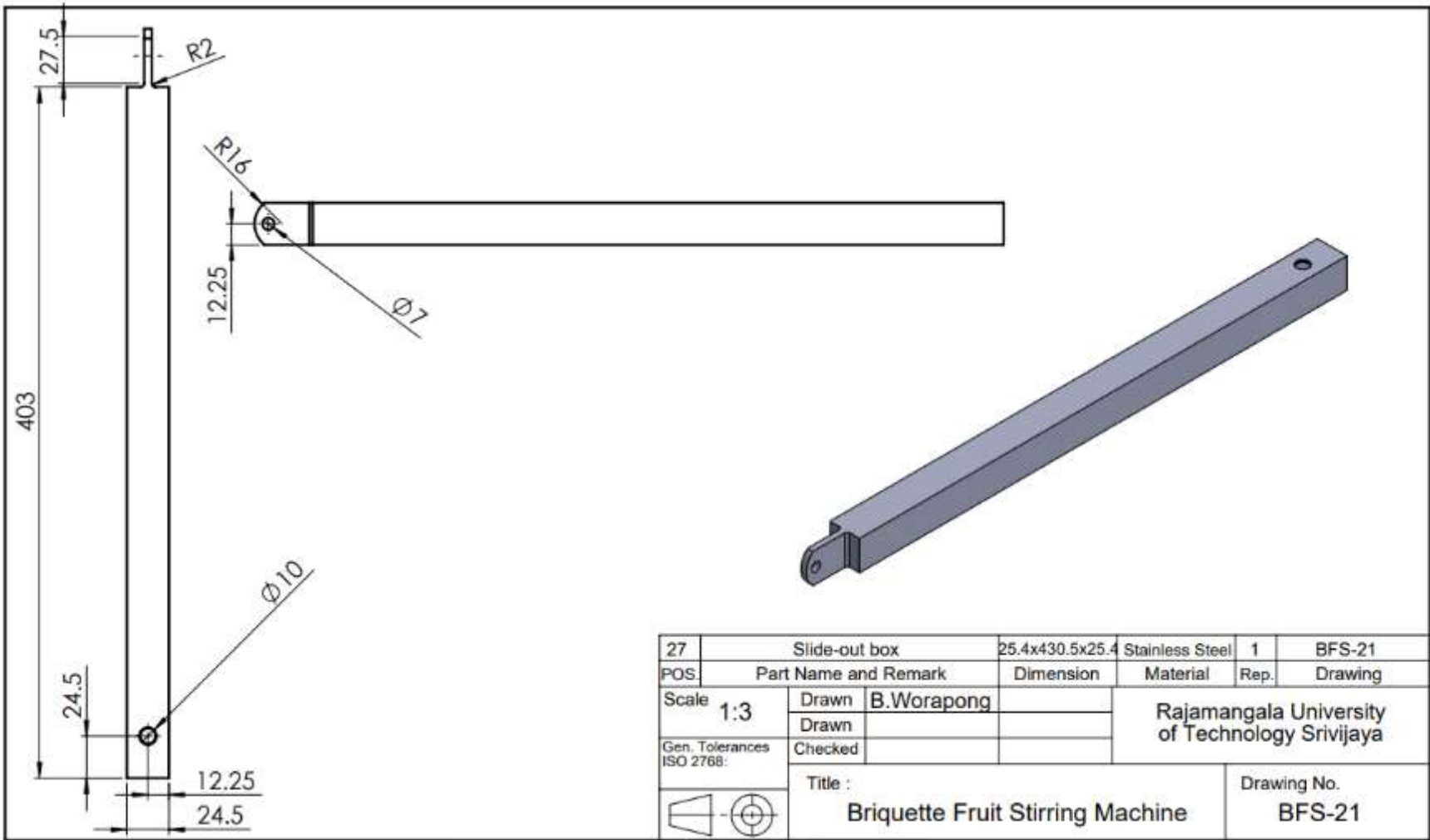
24	Conveyor Belt Shaft 2	15x207	Stainless Steel		BFS-18
POS.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Rep.	Drawing
Scale 1:2	Drawn	B.Worapong	Rajamangala University of Technology Srivijaya		
	Drawn				
Gen. Tolerances ISO 2768:	Checked				
	Title :			Drawing No.	
		Briquette Fruit Stirring Machine		BFS-18	

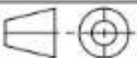


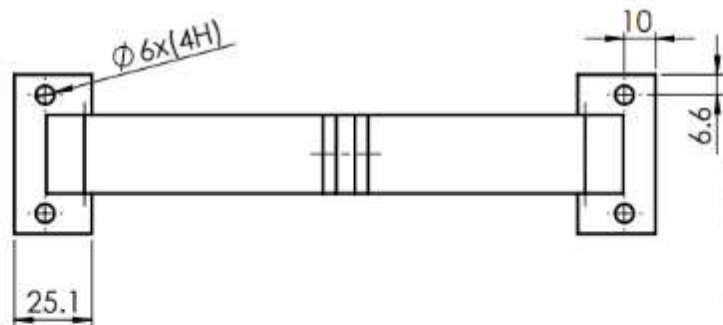
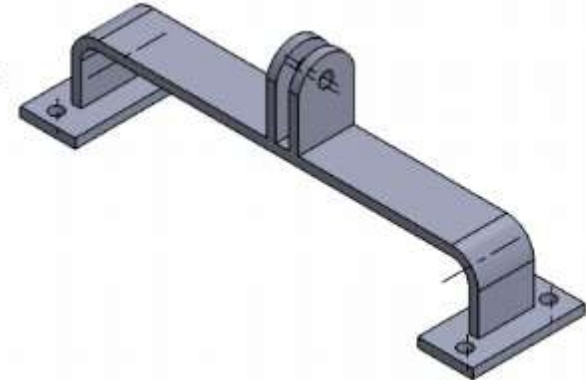
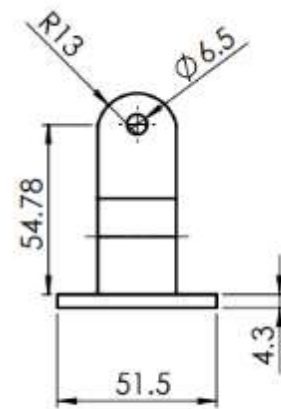
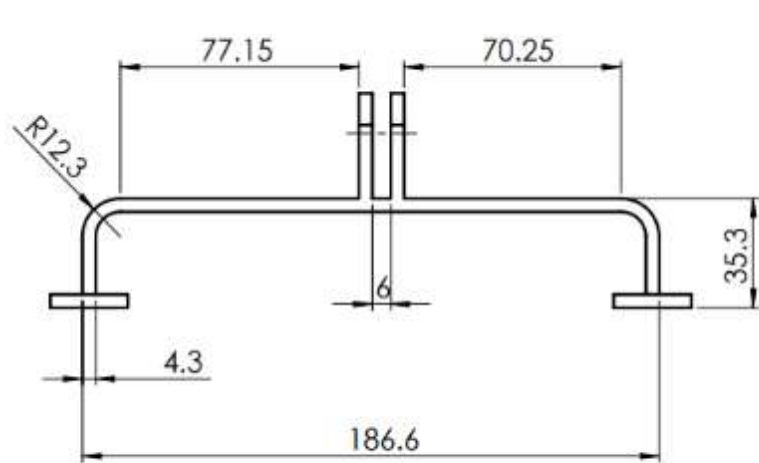
25	Boot Swing Arm 2	51x155.6	Plastic	1	BFS-19
POS	Part Name and Remark	Dimension	Material	Rep.	Drawing
Scale	1:2	Drawn	B.Worapong	Rajamangala University of Technology Srivijaya	
		Drawn			
Gen. Tolerances ISO 2768:		Checked			
Title :			Drawing No.		
Briquette Fruit Stirring Machine			BFS-19		



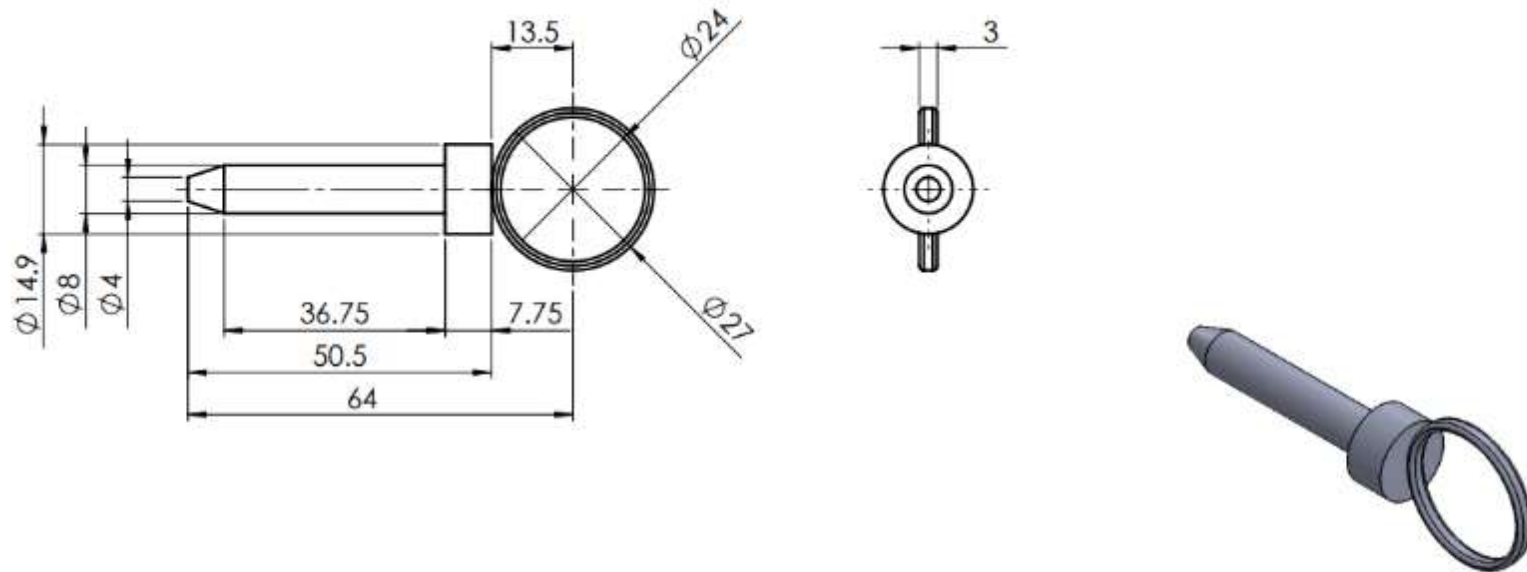
26	Slide-in box	421x19.4x19.4	Stainless Steel	1	BFS-20
POS	Part Name and Remark	Dimension	Material	Rep.	Drawing
Scale	1:3	Drawn	B. Worapong	Rajamangala University of Technology Srivijaya	
		Drawn			
Gen. Tolerances ISO 2768:		Checked			
Title :				Drawing No.	
Briquette Fruit Stirring Machine				BFS-20	



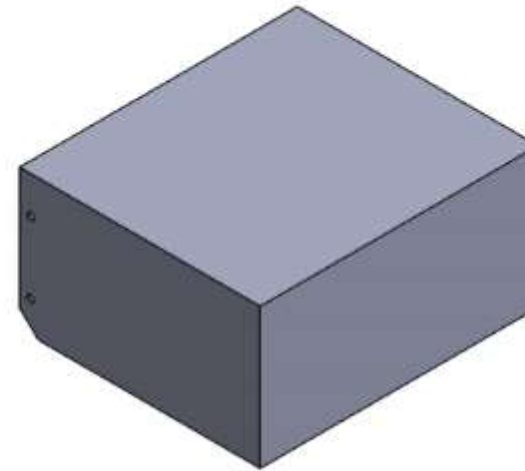
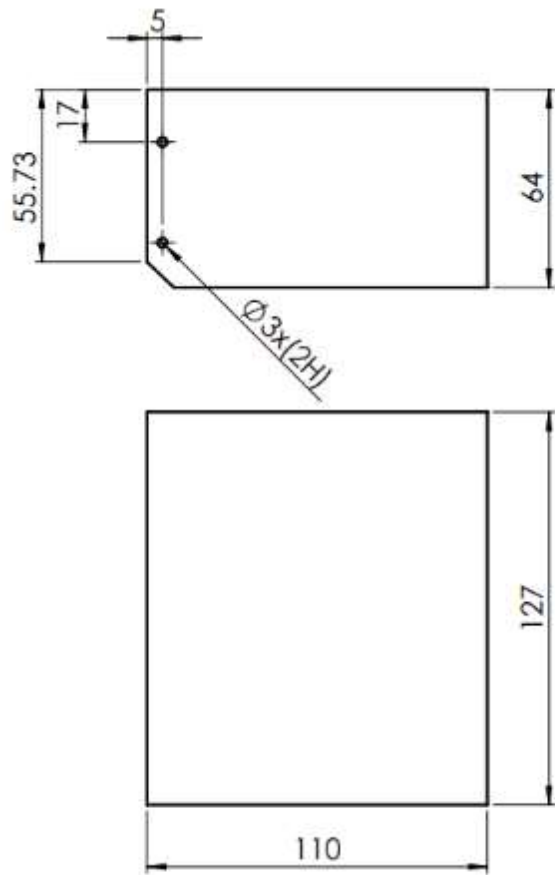
27	Slide-out box	25.4x430.5x25.4	Stainless Steel	1	BFS-21
POS.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Rep.	Drawing
Scale 1:3	Drawn	B.Worapong	Rajamangala University of Technology Srivijaya		
	Drawn				
Gen. Tolerances ISO 2768:	Checked				
	Title :			Drawing No.	
	Briquette Fruit Stirring Machine			BFS-21	



28	Link Arm and slide	51.5x186.6x35.3	Stainless Steel	1	BFS-22
POS.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Rep.	Drawing
Scale 1:2	Drawn	B.Worapong	Rajamangala University of Technology Srivijaya		
	Drawn				
Gen. Tolerances ISO 2768:	Checked				
Title : Briquette Fruit Stirring Machine				Drawing No. BFS-22	



29	Mounting latch	27x64	Stainless Steel	1	BFS-23
POS.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Rep.	Drawing
Scale	1:1	Drawn	B.Worapong	Rajamangala University of Technology Srivijaya	
		Drawn			
Gen. Tolerances ISO 2768:		Checked			
		Title :		Drawing No.	
		Briquette Fruit Stirring Machine		BFS-23	



33	Safety Guard Motor	110x127x64	Stainless Steel	1	BFS-24
POS.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Rep.	Drawing
Scale	1:5	Drawn	B.Worapong	Rajamangala University of Technology Srivijaya	
	Drawn				
Gen. Tolerances ISO 2768:	Checked				
		Title :		Drawing No.	
		Briquette Fruit Stirring Machine		BFS-24	

คณะวิจัย

- 1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรพงศ์ บุญช่วยแทน หัวหน้าโครงการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย เลขที่ 1 ถนนราชดำเนินนอก ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา รหัสไปรษณีย์ 90000
โทรศัพท์ 074-317-7100 ต่อ 3110
โทรศัพท์มือถือ : 081-5697303
E-mail: worapong.b@rmutsv.ac.th
- 2) นางสาวนุชจิเรศ แก้วสกุล ผู้ร่วมวิจัย
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย เลขที่ 1 ถนนราชดำเนินนอก ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา รหัสไปรษณีย์ 90000
โทรศัพท์ 074-317-7100 ต่อ 1997
โทรศัพท์มือถือ : 086-6244319
E-mail: nutjired.k@rmutsv.ac.th
- 3) ผู้ช่วยศาสตราจารย์กรภัทร เฉลิมวงศ์ ผู้ร่วมวิจัย
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย เลขที่ 1 ถนนราชดำเนินนอก ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา รหัสไปรษณีย์ 90000
โทรศัพท์ 074-317-7100 ต่อ 1997
โทรศัพท์มือถือ : 0865257155
E-mail: korrapat.c@rmutsv.ac.th
- 4) นายจรัญ ธรรมใจ ผู้ร่วมวิจัย
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย เลขที่ 1 ถนนราชดำเนินนอก ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา รหัสไปรษณีย์ 90000
โทรศัพท์ 074-317-7100 ต่อ 1997
โทรศัพท์มือถือ : 089-6580474
E-mail: jaran.t@rmutsv.ac.th