



## รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ศึกษาและปรับปรุงสมรรถนะโซ่กะพ้อในกระบวนการผลิตอาหารสัตว์เลี้ยง  
Study and improvement the performance of the bucket chain  
on the pet food processing.

นายกรวิชญ์ ปากุดเลาะ

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561



## รายงานสหกิจศึกษาบับสมบูรณ์

ศึกษาและปรับปรุงสมรรถนะโซ่กะป้อในกระบวนการผลิตอาหารสัตว์เลี้ยง  
Study and improvement the performance of the bucket chain  
on the pet food processing.

นายกรวิชญ์ ปากุดเสาะ

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการสหกิจศึกษา	ศึกษาและปรับปรุงสมรรถนะโซ่กะพ้อในกระบวนการผลิตอาหารสัตว์เลี้ยง
นักศึกษาสหกิจศึกษา	นาย กรวิชญ์ ปากุดเลาะ
คณะ วิศวกรรมศาสตร์	ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร
พนักงานพี่เลี้ยง	นาย กิตติศักดิ์ ขำกระโทก
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. รวิภัทร ลามเจริญสุข อาจารย์ ภัทรชัย วิชัยยะ
สถานประกอบการ	บริษัท เพ็ท โฟกัส จำกัด

### บทคัดย่อ

การ Break down ในกระบวนการผลิตอาหารสัตว์เลี้ยงส่งผลต่อความสามารถในการผลิตลดลง เครื่องจักรที่เกิดปัญหามากที่สุดคือโซ่กะพ้อ โดยในช่วงมกราคมถึงกันยายน 2561 โซ่กะพ้อเกิดการ Break down เป็นเวลา 19.42 ชั่วโมง วัตถุประสงค์ของโครงการสหกิจนี้คือเพื่อปรับปรุงสมรรถนะของโซ่กะพ้อในกระบวนการผลิตอาหารสัตว์เลี้ยงเพื่อลดปัญหาการ Break down การแก้ปัญหาคือการสร้างแผ่นประคองโดยใช้วัสดุ Superlean ติดตั้งที่โซ่กะพ้อเพื่อลดปัญหาลูกกะพ้อส่าย แผ่นประคองนี้มีต้นทุนการสร้างเท่ากับ 22,500 บาท ผลของการเพิ่มแผ่นประคองทำให้ลดปัญหาการ Break down ได้ 5.25 ชั่วโมงและสามารถคืนทุนได้ภายใน 1 เดือน นอกจากนี้ต้นแบบระบบนิวเมติกถูกพัฒนาขึ้นเพื่อทดแทนระบบที่ใช้ Linear drive สำหรับการเปิดลิ้นเทอาอาหารของ Drum feeder บนโซ่กะพ้อเพื่อแก้ปัญหา Linear drive ขำรุดบ่อยครั้ง ต้นแบบระบบนิวเมติกนี้ช่วยลดปัญหาการ Break down ไป 5.08 ชั่วโมง มีต้นทุนการสร้างเท่ากับ 18,314 บาท และสามารถคืนทุนจากการดำเนินการได้ภายใน 1 เดือน ดังนั้นจากที่ได้กล่าวมาข้างต้นการสามารถช่วยลดปัญหา Break down ในกระบวนการผลิตได้ทั้งสิ้น 10.33 ชั่วโมง โดยต้นทุนในการดำเนินการเท่ากับ 40,814 บาท และสามารถคืนทุนได้ภายใน 1 เดือน

คำสำคัญ: Break down, โซ่กะพ้อ, อาหารสัตว์เลี้ยง, สมรรถนะ

**Cooperative Title:** Study and improvement the performance of the bucket chain on the pet food processing.

**Student intern name:** Koravit Pakudlor

**Faculty:** Engineering      **Department:** Agricultural Engineering

**Advisor name:** Ravipat Lapcharoensuk  
Mrs. Pattarachai Wichaiya

**Mentor name:** Mr. Kittisak Khumkratok

**Company:** Pet focus co., ltd.

## ABSTRACT

Break down problems in the pet food processing effect to decreasing of manufacturing ability. Problem happen mostly on the bucket chain. Between January and September 2018, the bucket chain breaks down about 19.42 hour. The aim of cooperation project is improvement of performance of the bucket chain in pet food processing for reducing the break down problem. Solving method was fabrication of the plate from superlean material which installed in bucket chain for balancing the buckets. Cost of the plate was 22,500 Baht. Result of installation of the plate could reduce break down problem about 5.25 hour and paid back within 1 month. In addition, pneumatic system was developed to instead linear drive for opening dumped valve of drum feeder of bucket chain which solved break down problem of linear drive. Cost of the pneumatic prototype was 18,314 Baht. The pneumatic prototype could reduce break down problem about 5.08 hour and paid back within 1 month. Therefore, above report could solve break down problem in manufacturing about 10.33 hour with cost of operation on 40,814 Bath and paid back within 1 month.

**Keyword:** Break down, Bucket chain, Pet food, Performance

## กิตติกรรมประกาศ

รายงานสหกิจฉบับนี้และการทำสหกิจศึกษาสำเร็จลุล่วง ได้ด้วยรับคำแนะนำ ความช่วยเหลือ และความร่วมมือจากบุคคลหลายฝ่าย

บุคคลแรกที่ต้องขอขอบคุณคือ ผศ.ดร.วิภัทร ลากเจริญสุข และอาจารย์ภัทรชัย วิชัยยะ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้คำแนะนำ ดูแลและเอาใจใส่ และความช่วยเหลือตลอดมา

ขอขอบพระคุณบริษัท เพ็ท โฟกัส จำกัด และคุณกิตติศักดิ์ ขำกระโทก พนักงานพี่เลี้ยง ที่ให้คำแนะนำ ความรู้ ความช่วยเหลือในการให้ข้อมูล เครื่องมือ และอุปกรณ์ในการทำชิ้นงาน

ขอขอบพระคุณคณาจารย์หลักสูตรวิศวกรรมเกษตร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้คำแนะนำ ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการทำงาน

ขอขอบพระคุณเพื่อน ๆ หลักสูตรวิศวกรรมเกษตร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่คอยช่วยเหลือตลอดมา

สุดท้ายนี้ต้องขอขอบพระคุณบุคคลที่สำคัญที่สุดที่ทำให้มีข้าพเจ้าในวันนี้ คือ บิดา มารดา และผู้ปกครอง อันเป็นที่เคารพรักรยิ่ง ซึ่งเลี้ยงดูมาอย่างดี ให้ความเอาใจใส่เสมอมา และให้การสนับสนุนในทุกเรื่อง พร้อมทั้งให้โอกาสทางการศึกษาอย่างเต็มที่ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณมาก ณ ที่นี้

ผู้จัดทำ

กรวิชญ์ ปากุดเลาะ

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญภาพ	VIII
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	<b>1</b>
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตในการศึกษา	2
<b>บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง</b>	<b>5</b>
2.1 ข้อมูลองค์กร	5
2.1.1 เครื่องเบทาโกร	5
2.1.2 บริษัท เพ็ท โฟกัส จำกัด	5
2.2 กระบวนการผลิตอาหารสัตว์เลี้ยงของบริษัท เพ็ท โฟกัส จำกัด	7
2.3 การบำรุงรักษาเครื่องจักร	8
2.4 การลำเลียงวัสดุทางวิศวกรรม	9
2.5 กะพ้อลำเลียง	10
2.5.1 ลักษณะและการใช้งาน	10
2.5.2 องค์ประกอบพื้นฐานของกะพ้อลำเลียง	10
2.6 สมบัติของวัสดุที่นำมาประกอบการดำเนินงาน	12
2.6.1 Superlean (Nylon 6, Polyamide: PA6)	12
2.6.2 PPC 4640 (Polypropylene)	12
2.6.3 Stainless 304	12
2.7 ระบบคุณภาพ (Quality System)	14
2.8 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องโครงการ	15
2.8.1 เซนเซอร์ (Sensor)	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.10 โปรแกรมที่เกี่ยวข้อง	18
2.10.1 AutoCAD	18
2.10.2 Solidwork	19
<b>บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน</b>	<b>20</b>
3.1 การวิเคราะห์ปัญหา	20
3.1.1 ปัญหาของ Bucket chain	20
3.1.2 วิเคราะห์ปัญหาโดยใช้ Why-why analysis	20
3.2 ลักษณะของปัญหา	21
3.2.1 ลักษณะของปัญหาโซ่หย่อนและตึงไม่เท่ากัน	21
3.2.2 ลักษณะของปัญหา Proximity sensor ชำรุด	22
3.2.3 ลักษณะของปัญหา Linear drive ชำรุด	22
3.2.4 ลักษณะของปัญหาลูกกะพ้อสายและขนแนวประคอง	22
3.3 การดำเนินการปรับปรุงแก้ไข	23
3.3.1 การแก้ปัญหโซ่หย่อนและตึงไม่เท่ากันด้วยการปรับตั้งและตัดโซ่	23
3.3.2 การแก้ไขปัญหา Proximity ชำรุดด้วยการเปลี่ยนชุดอุปกรณ์ติดตั้ง	23
3.3.3 การแก้ไขปัญหา Linear drive ชำรุดด้วยการเปลี่ยนมาใช้งานด้วยกระบอกลม	24
3.3.4 การออกแบบแผ่นประคองลูกกะพ้อ	34
<b>บทที่ 4 อภิปราย ผลการดำเนินงาน</b>	<b>37</b>
4.1 ข้อมูลทั่วไปของโซ่กะพ้อ (Bucket chain)	37
4.2 โครงสร้างและส่วนประกอบ	38
4.2.1 โครงสร้าง	38
4.2.2 ส่วนประกอบ	39
4.3 ลักษณะการทำงาน	40
4.3.1 การรับ ลำเลียง และเทวัตถุดิบ	40
4.3.2 การทำงานของ Linear drive	42
4.3.3 Auto adjust	44
4.4 การบำรุงรักษา Bucket chain	44
4.5 ปัญหาและผลการดำเนินการแก้ไข	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.5.1 ผลการดำเนินการแก้ไขปัญหาโซ่หย่อนและตึงไม่เท่ากัน	46
4.5.2 ผลการดำเนินการแก้ไขปัญหา Proximity sensor ชำรุด	46
4.5.3 ผลการดำเนินการแก้ไขปัญหา Linear drive ชำรุด	46
4.5.4 ผลการดำเนินการแก้ไขปัญหาลูกกะป้อสายและขนแนวประคอง	48
<b>บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ</b>	<b>50</b>
5.1 สรุปผลการดำเนินการ	50
5.2 ข้อเสนอแนะ	50
<b>เอกสารอ้างอิง</b>	<b>51</b>



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	3
ตารางที่ 2.1 สารประกอบของสแตนเลส 304	13
ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติวัสดุของ PPC 4640, PA6 และ Stainless steel 304	13
ตารางที่ 3.1 ปัญหาและการดำเนินการ	20
ตารางที่ 4.1 ข้อมูลทั่วไปของโซ่กะพ้อ	37
ตารางที่ 4.2 แสดงข้อมูลของลูกกะพ้อแต่ละรุ่น	39
ตารางที่ 4.3 แสดงระยะยืดของ Linear drive ในแต่ละช่วง	43
ตารางที่ 4.4 การตรวจสอบและบำรุงรักษา Bucket chain ตามระยะเวลา	44
ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่าง Linear drive และ กระบอกลม	56



## สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
รูปที่ 1.1 กราฟแสดงเวลาเครื่องจักรที่เกิด Break down ระหว่างเดือนมกราคมถึงกันยายน 2561	1
รูปที่ 2.1 คลังเก็บสินค้าและวัตถุดิบของบริษัท เพ็ท โฟกัส จำกัด	6
รูปที่ 2.2 สินค้าบริษัท เพ็ท โฟกัส จำกัด	6
รูปที่ 2.3 แผนผังโรงงานบริษัท เพ็ท โฟกัส จำกัด	6
รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะพื้นฐานของอุปกรณ์ Inductive proximity sensor	16
รูปที่ 2.6 โครงสร้างและการแผ่กระจายสนามแม่เหล็กไฟฟ้า	16
รูปที่ 2.7 แสดงระยะการหน่วงออสซิลเลทในขณะเซนเซอร์วัตถุของ Inductive Proximity	16
รูปที่ 2.8 แสดงระยะการเกิดออสซิลเลทในขณะตรวจจับวัตถุของ Capacitive Proximity	17
รูปที่ 2.9 ส่วนประกอบพื้นฐานของอุปกรณ์ Capacitive Proximity Sensor	17
รูปที่ 2.10 การสะท้อนกลับของคลื่นจากวัสดุที่เป็นของแข็งและของเหลว	18
รูปที่ 2.11 โปรแกรมและตัวอย่างการใช้งานโปรแกรม AutoCAD	18
รูปที่ 2.12 โปรแกรมและตัวอย่างการใช้งานโปรแกรม Solidworks	19
รูปที่ 3.1 กราฟแสดงปัญหาและเวลาเกิด Break down ของ Bucket chain	20
รูปที่ 3.2 การวิเคราะห์ปัญหาของ Bucket chain โดยใช้ Why-why analysis	21
รูปที่ 3.3 ลักษณะของโวลท์ที่หย่อนและหลุดจาก Sprocket	22
รูปที่ 3.4 ความเสียหายที่เกิดกับ Proximity sensor	22
รูปที่ 3.5 ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับ Linear drive และลูกกะพ้อ	22
รูปที่ 3.6 ความเสียหายที่เกิดจากลูกกะพ้อสาย	23
รูปที่ 3.7 ตัดข้อโซ่ที่ยืดออก	23
รูปที่ 3.8 แสดงการปรับตั้งและวัดความยาวของระยะกระบอกลม	24
รูปที่ 3.9 Air service unit	25
รูปที่ 3.12 สัญลักษณ์กระบอกลม	26
รูปที่ 3.13 กระบอกลมยี่ห้อ Festo รุ่น DSNU-20-50-PPV-A	27
รูปที่ 3.14 สายลมยี่ห้อ Festo ขนาด 8 mm	27
รูปที่ 3.15 Relay ยี่ห้อ OMRON รุ่น MY2N	27
รูปที่ 3.16 ลักษณะวงจรของ Relay	28
รูปที่ 3.17 Power supply ยี่ห้อ Primus รุ่น pm-024s-5	28
รูปที่ 3.18 Level sensor ยี่ห้อ Soliphant รุ่น T FTM22	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 3.19 Selector switch	29
รูปที่ 3.20 แบบ Hopper สำหรับโมเดล	29
รูปที่ 3.21 ประกอบชิ้นงาน	29
รูปที่ 3.22 Flow chart การทำงานของแบบจำลอง	30
รูปที่ 3.23 แผนผังการทำงานของระบบนิวเมติก	31
รูปที่ 3.24 ผังวงจรไฟฟ้าในการควบคุมแบบจำลอง	31
รูปที่ 3.25 ลักษณะการต่อวงจรไฟฟ้า	32
รูปที่ 3.26 ลักษณะการต่อสายลมของระบบนิวเมติก	32
รูปที่ 3.27 แบบติดตั้งแบบจำลองการทำงาน	33
รูปที่ 3.28 ใบเสนอราคาการติดตั้งกระบอกลม	33
รูปที่ 3.29 การวัดความยาวของพื้นที่สำหรับออกแบบแผ่นประกอบ	34
รูปที่ 3.30 แบบติดตั้งแผ่น	35
รูปที่ 3.31 ใบเสนอราคาการติดตั้งแผ่นประกอบโซ่กะพ้อ	35
รูปที่ 4.1 โซ่กะพ้อ ยี่ห้อ SIMATEK	37
รูปที่ 4.2 โครงสร้างของ Bucket chain ยี่ห้อ SIMATEK	38
รูปที่ 4.3 ส่วนประกอบของโซ่ Bucket chain	40
รูปที่ 4.4 Drum Feeder	40
รูปที่ 4.5 รั้ววัตถุดิบเข้า Drum feeder	41
รูปที่ 4.7 การเคลื่อนที่ของลูกกะพ้อ	41
รูปที่ 4.8 แผ่นประกอบการเคลื่อนที่	41
รูปที่ 4.9 ขั้นตอนการทำงานของ Linear drive	42
รูปที่ 4.10 แสดงสัญญาณการทำงานตามช่วงเวลาของพรีอิกซิมิตีเซนเซอร์	42
รูปที่ 4.11 Linear drive	43
รูปที่ 4.12 สัญลักษณ์และอุปกรณ์ในการทำงาน	44
รูปที่ 4.13 โซ่ Bucket chain หลังจากการตัดโซ่และปรับตั้ง	46
รูปที่ 4.14 ตัวติดตั้ง Proximity sensor	46
รูปที่ 4.15 โมเดลกระบอกลม	47
รูปที่ 4.16 แผ่นประกอบลูกกะพ้อหลักการติดตั้ง	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาและความสำคัญ

จากการศึกษากระบวนการผลิตของเครื่องจักรในโรงงานของบริษัท เพ็ท โฟกัส จำกัด ที่มีเป้าหมายการผลิตอาหารสัตว์เลี้ยงเพื่อจัดจำหน่ายมากกว่า 3,000 ตัน/เดือน การผลิตและเครื่องจักรจึงจำเป็นต้องดำเนินไปอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ ไม่เกิดการสูญเสียระหว่างกระบวนการผลิต แต่เมื่อเครื่องจักรเกิดการ Break down หรือเกิดชำรุดจนทำให้การผลิตต้องหยุดลง ซึ่งผลเสียต่อการผลิต ที่จะต้องสูญเสียทั้งเวลา สูญเสียอาหารสัตว์เลี้ยงที่อยู่ระหว่างการผลิต รวมไปถึงอาหารสัตว์เลี้ยงที่กำลังจะผลิต และกำลังการผลิตต้องลดลง

ในกระบวนการศึกษาช่วงเวลาเกิดการ Break down ของเครื่องจักรทั้งหมดของบริษัทตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนกันยายน 2561 ใช้เวลากว่า 135 ชั่วโมง พบว่าเครื่องจักรที่เกิดการ Break down มากที่สุด คือโซ่กะพ้อ (Bucket chain) รวมเวลาการ Break down ทั้งหมดเท่ากับ 19.42 ชั่วโมง (1,165 นาที) คิดเป็นร้อยละ 26.20 แสดงดังรูปที่ 1.1 เพื่อเป็นการแก้ปัญหาให้เกิดประสิทธิผลมากที่สุด นักศึกษาจึงได้จัดทำโครงการสหกิจเพื่อปรับปรุงสมรรถนะโซ่กะพ้อ โดยการศึกษาข้อมูลทั่วไป หลักการทำงาน ทั้งการบำรุงรักษา การศึกษาการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance: PM) เพื่อนำไปสู่การหาแนวทางปรับปรุงเครื่องจักรสำหรับการเพิ่มสมรรถนะให้ดียิ่งขึ้น เพื่อจะช่วยลดปัญหา Break down ของโซ่กะพ้อ

ดังนั้น โครงการสหกิจนี้จึงได้ศึกษาการทำงานและปรับปรุงสมรรถนะและปริมาณการขนถ่ายของโซ่กะพ้อในกระบวนการผลิตอาหารสัตว์เลี้ยง เพื่อลดปัญหาการ Break down ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญในกระบวนการผลิตของบริษัท เพ็ท โฟกัส จำกัดที่ส่งผลต่อกำลังการผลิต ทั้งนี้ผู้จัดทำได้มุ่งเน้นที่จะแก้ไขปัญหาเครื่องโซ่กะพ้อที่มีเวลาในการ Break down มากที่สุดเป็นสำคัญ



รูปที่ 1.1 กราฟแสดงเวลาเครื่องจักรที่เกิด Break down ระหว่างเดือนมกราคมถึงกันยายน 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาและปรับปรุงสมรรถนะโซ่กะพ้อในกระบวนการผลิตอาหารสัตว์เลี้ยงเพื่อลดปัญหา Break down

## 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักร ปัญหา Break down ลดไป
- 2) เครื่องจักรมีอายุการใช้งานนานยิ่งขึ้น
- 3) ลดค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนลูกกะพ้อ

## 1.4 ขอบเขตในการศึกษา

ศึกษาส่วนประกอบ วิธีการทำงาน หลักการทำงาน หลักการซ่อมบำรุง ผลกระทบเมื่อเกิดการ Break Down และปรับปรุงสมรรถนะโซ่กะพ้อ ในกระบวนการผลิตอาหารสัตว์เลี้ยงของบริษัท เพ็ท โฟกัส จำกัด โดยมีเครื่องจักรจำนวน 14 เครื่อง โดยแบ่งเป็น

ชนิดแวนอนจำนวน 6 เครื่อง	รุ่น 110E	มีความจุ 5 ตัน/ชั่วโมง	จำนวน 5 เครื่อง
	รุ่น 200E	มีความจุ 5 ตัน/ชั่วโมง	จำนวน 1 เครื่อง
ชนิดแวนตั้งจำนวน 8 เครื่อง	รุ่น 33E	มีความจุ 2 ตัน/ชั่วโมง	จำนวน 2 เครื่อง
	รุ่น 200E	มีความจุ 5 ตัน/ชั่วโมง	จำนวน 4 เครื่อง
		มีความจุ 20 ตัน/ชั่วโมง	จำนวน 2 เครื่อง

ในช่วงระยะเวลาดำเนินการตั้งแต่ 1 มิถุนายน ถึง 23 พฤศจิกายน 2561

พิจารณาข้อมูลการ Break down ของบริษัท เพ็ท โฟกัส จำกัด ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงกันยายน 2561

## 1.5 ขั้นตอนในการศึกษา

- 1) ศึกษากระบวนการผลิตอาหารสัตว์เลี้ยง การทำงานของเครื่องจักร การซ่อมแซม การบำรุงรักษา เครื่องจักรในโรงงาน แล้วศึกษาปัญหา Break down และผลกระทบที่เกิดขึ้น
- 2) วิเคราะห์ปัญหา Break down ที่เกิดขึ้น นำเสนอแนวทางแก้ไขแก่โรงงาน
- 3) ดำเนินการออกแบบชิ้นงาน วางแผนการติดตั้ง แล้วติดต่อผู้รับเหมาภายนอกเพื่อมาดำเนินการ เสนอราคา แล้วจัดซื้อตามแผนตามระบบของโรงงาน
- 4) ติดตามผลการดำเนินงาน ประเมินผลการดำเนินงาน แก้ไขปรับปรุงชิ้นงาน
- 5) สรุปผลข้อมูล แล้วนำเสนอต่อบริษัท เพ็ท โฟกัส จำกัด และสถาบัน

จากขั้นตอนการศึกษาข้างต้นสามารถแสดงเป็นขั้นตอนการปฏิบัติตามข้อย่อตามเวลาที่ได้วางแผน และปฏิบัติจริงได้ดังในตารางที่ 1.1

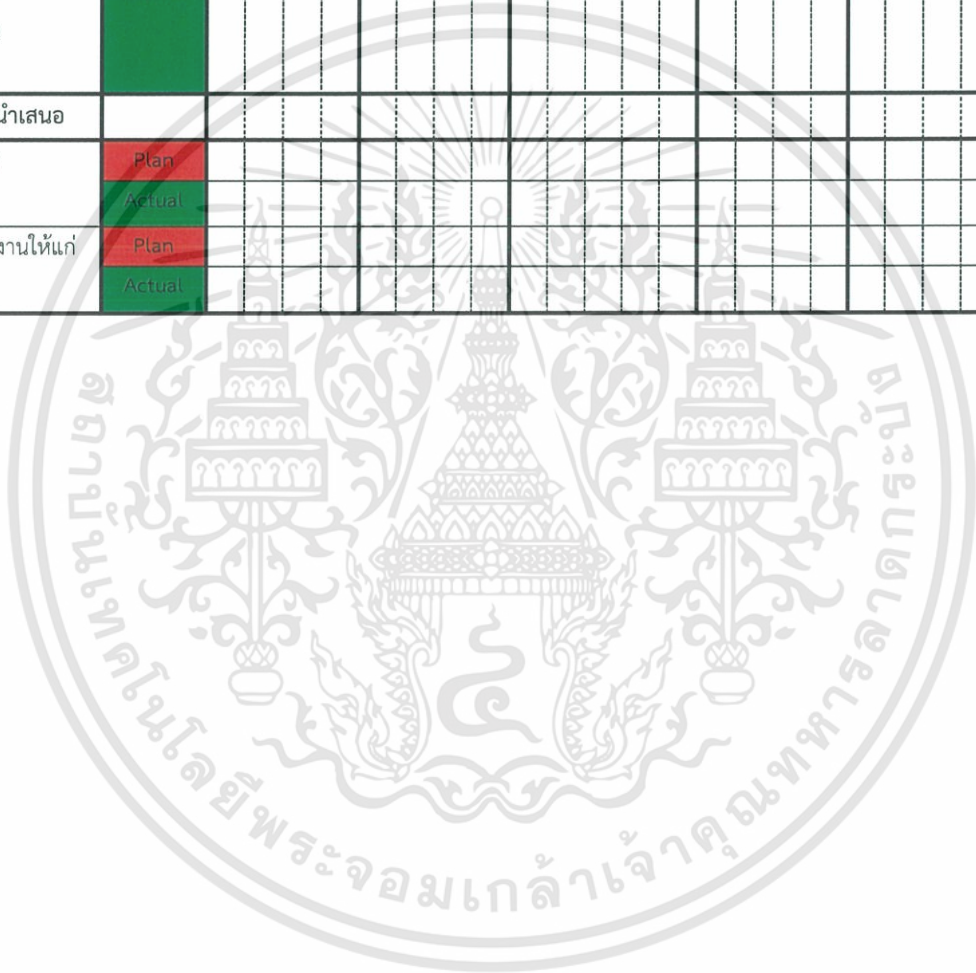
ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน		มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน
1. ศึกษารายละเอียดกระบวนการผลิตและเครื่องจักร							
1.1 ศึกษากระบวนการผลิต	Plan	■	■				
	Actual	■	■				
1.2 ศึกษาการทำงานของเครื่องจักร	Plan	■	■				
	Actual	■	■				
1.3 ศึกษาการซ่อมแซมบำรุงรักษาเครื่องจักร	Plan	■	■	■			
	Actual	■	■	■			
1.4 ศึกษาปัญหา Break down และ ผลกระทบ	Plan		■				
	Actual		■	■	■	■	
2. วิเคราะห์ผลและวางแผนการดำเนินงาน							
2.1 ศึกษาการทำงานของ Bucket chain	Plan			■			
	Actual			■	■		
2.2 รวบรวมข้อมูล Break down ของ Bucket chain และวิเคราะห์ปัญหา	Plan			■			
	Actual			■	■		
2.3 นำเสนอแนวทางแก้ไขแก่โรงงาน	Plan			■			
	Actual			■	■		
3. ดำเนินการติดตั้ง							
3.1 แผ่นประกอบลูกกะพ้อ							
3.1.1 ออกแบบชิ้นงาน	Plan			■			
	Actual			■	■		
3.1.2 ติดต่อนำเสนอแบบแก่ผู้รับเหมา	Plan			■			
	Actual			■	■		
3.1.3 นำราคาเสนอเพื่อจัดซื้อ	Plan				■	■	■
	Actual				■	■	■
3.1.4 ผู้รับเหมาติดตั้ง	Plan						■
	Actual						■
3.2 เปลี่ยน Linear drive เป็นระบบ Pneumatic							
3.2.1 ออกแบบระบบและวางอุปกรณ์	Plan				■		
	Actual				■	■	
3.2.2 ติดต่อนำเสนอแบบแก่ผู้รับเหมา	Plan					■	
	Actual					■	
3.2.3 จัดทำแบบจำลองการทำงาน	Plan					■	■
	Actual					■	■

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 (ต่อ) ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน		มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน
4. ติดตาม และ ประเมินผล							
4.1 ประเมินรอบการ เปลี่ยนผ่านประกอบ	Plan						
	Actual						
4.2 พิจารณาจัดค้ำทุ่นใน การติดตั้งแผ่นประกอบ	Plan						
	Actual						
4.3 พิจารณาความคุ้มค่า ในการเปลี่ยน Linear drive เป็นระบบ Pneumatic	Plan						
	Actual						
5. สรุปผลและนำเสนอ							
5.1 สรุปผลการ ดำเนินงาน	Plan						
	Actual						
5.2 นำเสนอผลงานให้แก่ โรงงาน	Plan						
	Actual						



## บทที่ 2

### เอกสารที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ข้อมูลองค์กร

##### 2.1.1 เครือเบทาโกร [1]

เครือเบทาโกร ก่อตั้งเมื่อปี พ.ศ. 2510 ในชื่อบริษัท เบทาโกร จำกัด เพื่อดำเนินธุรกิจผลิตและจำหน่ายอาหารสัตว์โดยมีโรงงานแห่งแรกที่ อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ จากนั้นธุรกิจของเบทาโกรเติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่อง เริ่มจากการสร้างฐานการผลิตด้านปศุสัตว์แห่งแรกที่อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา และได้ขยายฐานการผลิตเต็มรูปแบบไปยังจังหวัดลพบุรีเพื่อรองรับขอบข่ายธุรกิจครบวงจร ตั้งแต่การผลิต การเลี้ยง และการพัฒนาสายพันธุ์ ซึ่งครอบคลุมทั้งสุกร ไก่เนื้อและไก่ไข่ การทำฟาร์มพ่อแม่พันธุ์แม่พันธุ์ การผลิตและจำหน่ายเวชภัณฑ์สำหรับสัตว์ ตลอดจนการพัฒนาความร่วมมือกับเกษตรกรในโครงการประกันราคาไก่เนื้อและไก่ไข่ โครงการจ้างเลี้ยงสุกรขุน การผลิตและจำหน่ายสุกรขุน เนื้อสุกร เนื้อไก่ ไข่ไก่ และผลิตภัณฑ์อาหารคุณภาพเพื่อจำหน่ายในประเทศและส่งออก

ปัจจุบัน นอกจากจะเป็นหนึ่งในผู้นำธุรกิจอุตสาหกรรมการเกษตรและอาหารครบวงจรของประเทศไทยแล้ว เครือเบทาโกรยังได้รับความเชื่อถือในมาตรฐานด้านคุณภาพและความปลอดภัย โดยได้รับรางวัลดีเด่นด้านคุณภาพผลิตภัณฑ์และมาตรฐานการผลิตมากมายทั้งระดับประเทศและระดับสากล ครอบคลุมตั้งแต่ธุรกิจอาหารสัตว์ ปศุสัตว์ ผลิตภัณฑ์สำหรับสุขภาพสัตว์ ไปจนถึงผลิตภัณฑ์อาหารคุณภาพเพื่อการส่งออกและจำหน่ายในประเทศ ซึ่งสามารถตอบสนองความต้องการที่หลากหลายของผู้บริโภค ภายใต้แนวคิด "เพื่อคุณภาพชีวิต"

##### 2.1.2 บริษัท เพ็ท โฟกัส จำกัด [2]

เป็นบริษัทหนึ่งในเครือของเบทาโกร โดยผลิตอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ด (Dry Pet Food) และขนมขบเคี้ยวสำหรับสัตว์เลี้ยง (Pet Snack) สุนัขและแมวคุณภาพเทียบเท่าอาหารมนุษย์ ภายใต้แบรนด์ ด็อก เอ็นจอย (Dog'n joy) แคท เอ็นจอย (Cat'n joy) เพอร์เฟคต้า (Perfecta) และบิงโกสตาร์ (Bingo Star) เพื่อจำหน่ายในประเทศให้กับร้านจำหน่ายผลิตภัณฑ์สำหรับสัตว์เลี้ยง คลินิกหรือโรงพยาบาลสัตว์ โมเดิร์น เทรด (Modern Trade) ลูกค้าฟาร์มสัตว์เลี้ยง (Pet Farm) และรับจ้างผลิต รวมถึงส่งออกไปขายในยุโรป ญี่ปุ่น ประเทศในกลุ่ม AEC ฯลฯ ใช้ระบบบริหารคุณภาพ ได้รับการรับรองมาตรฐานสากล ได้แก่ ระบบ BRC มาตรฐานของยุโรป, GMP, HACCP, ISO9001: 2015, ISO14001: 2015, OHSAS18001: 2007 เป็นบริษัทลำดับแรกๆ ที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน Sushi Berish สามารถส่งออกไปขายในกลุ่มประเทศมุสลิมได้ รวมถึงเป็น 1 ใน 4 ของผู้ผลิตอาหารสัตว์เลี้ยง ที่ได้รับเครื่องหมาย ไทยแลนด์ ทรีสต์ มาร์ก จากกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์

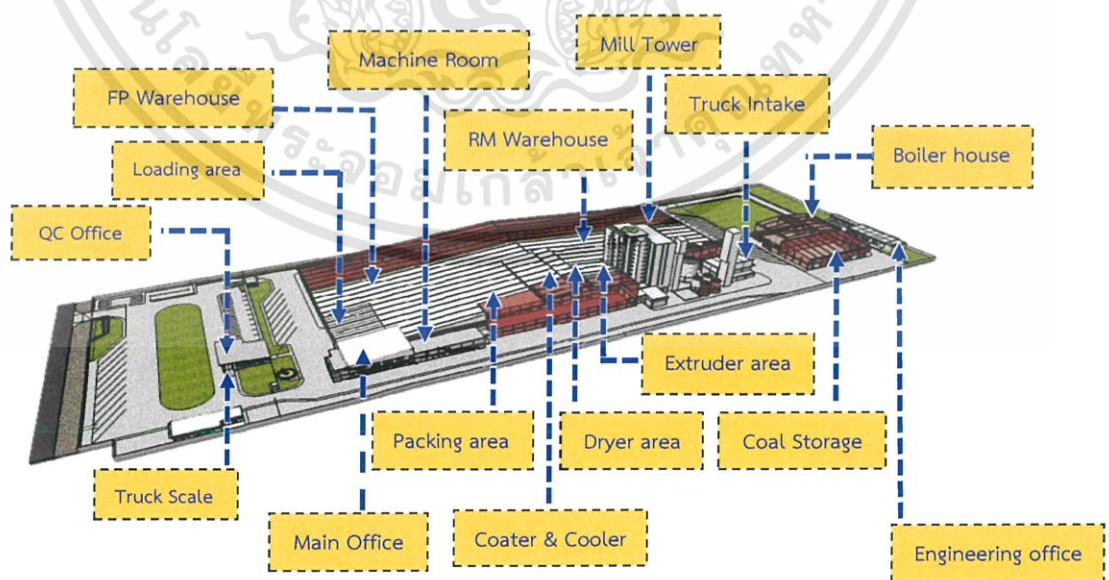
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 คลังเก็บสินค้าและวัตถุดิบของบริษัท เพ็ท โฟกัส จำกัด [2]



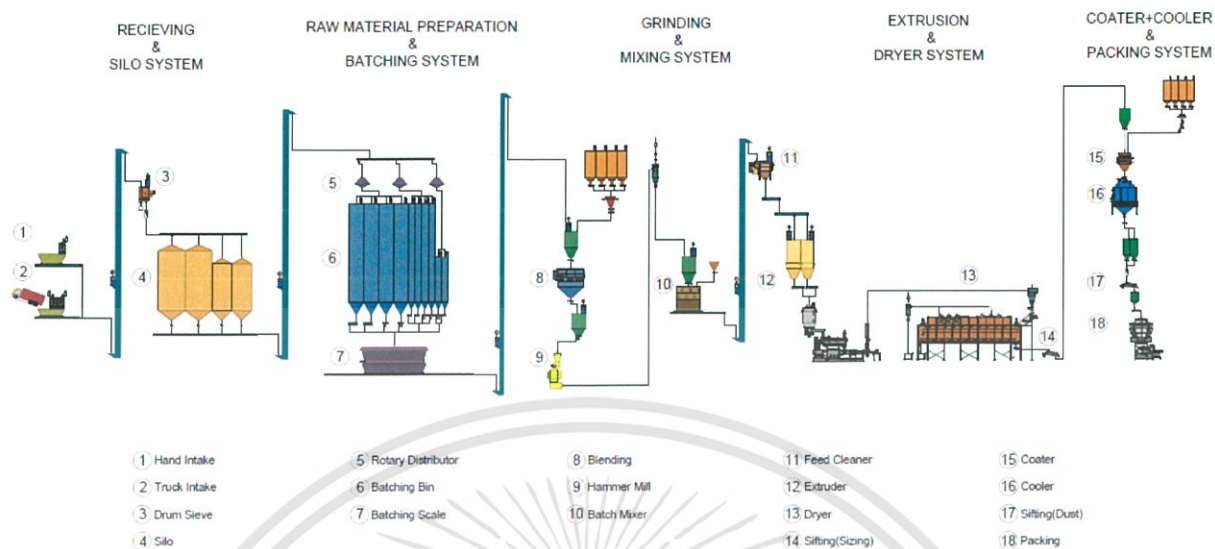
รูปที่ 2.2 สินค้าบริษัท เพ็ท โฟกัส จำกัด [2]



รูปที่ 2.3 แผนผังโรงงานบริษัท เพ็ท โฟกัส จำกัด [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 กระบวนการผลิตอาหารสัตว์เลี้ยงของบริษัท เพ็ท โฟกัส จำกัด [2]



รูปที่ 2.4 กระบวนการผลิตอาหารสัตว์เลี้ยงของ บริษัท เพ็ท โฟกัส จำกัด [2]

จากแผนภาพเส้นทางการผลิตข้างต้น สามารถแสดงกระบวนการผลิตในโรงงานของบริษัท เพ็ท โฟกัส จำกัด ได้ดังนี้

1) กระบวนการรับวัตถุดิบและจัดเก็บไซโล รับวัตถุดิบทั้งการเทโดยรถบรรทุกและใช้การแรงงานคนหลักจากนั้นลำเลียงด้วย ไซ่ครีบกวาดและสายพานกะพ้อไปจัดเก็บยังไซโล

2) กระบวนการเตรียมวัตถุดิบและชั่งน้ำหนัก จากไซโลลำเลียงผ่านไซ่ครีบกวาด สายพานกะพ้อ ไซ่ครีบอีกครั้ง ก่อนลง Rotary Distributor ที่มีหน้าที่กระจายวัตถุดิบไปตามถังเตรียมวัตถุดิบที่กำหนด เพื่อรอการนำไปผลิต การจะนำวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการนั้นต้องผ่านการชั่งน้ำหนัก โดยมีเกลียวลำเลียงและ Rotary bin discharge ลงไปส่วนการบดและผสม

3) กระบวนการบดและผสม เมื่อวัตถุดิบผ่านการชั่งน้ำหนักแล้วจะลำเลียงผ่าน ไซ่ครีบกวาดลำเลียงและสายพานกะพ้อไปยังเครื่องผสมแบบหยาบก่อนลงสู่เครื่องโม่เพื่อบดส่วนผสมให้ละเอียด ก่อนลำเลียงผ่านสายพานกะพ้ออีกครั้ง ผ่านการคัดขนาด แล้วนำไปผสมแบบละเอียด

4) กระบวนการอัดเม็ดและอบแห้ง เมื่อนำวัตถุดิบที่บดละเอียด ผ่านเข้าเครื่องอัดเม็ด โดยผสมกับส่วนผสมอื่น ๆ อัดผ่านสกรูอัดเป็นรูปทรงตามแม่พิมพ์ แล้วลำเลียงด้วยลมก่อนผสม หลังจากผสมแล้ว แล้วไปคัดขนาดอีกครั้ง ก่อนเข้าสู่กระบวนการอัดเม็ดด้วยสกรูลำเลียง แล้วลำเลียงด้วยระบบ Pneumatic เพื่อไปอบแห้ง แล้วผ่านไซ่กะพ้อ เพื่อเข้าไปยังกระบวนการ

5) กระบวนการเคลือบสารและลดอุณหภูมิ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีสารอาหารครบตามที่กำหนด จึงต้องมีการเคลือบสารเพิ่มเติม แล้วทำการลดอุณหภูมิก่อนการนำไปบรรจุภัณฑ์แล้วจัดเก็บเป็นลำดับต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3 การบำรุงรักษาเครื่องจักร [3]

การบำรุงรักษา (Maintenance) เป็นการทำงานที่ทำให้เครื่องจักร สามารถทำงานได้ตามความประสงค์ของเจ้าของหรือผู้ใช้ สามารถจำแนกได้ดังนี้

### 1) การซ่อมบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้อง (Break down Maintenance)

คือ การบำรุงรักษาเมื่อเครื่องจักรเกิดชำรุดและหยุดโดยฉุกเฉิน ในกรณีนี้จำเป็นต้องหยุดการผลิตตลอดเส้นทางการผลิตที่เครื่องจักรเกี่ยวข้อง

### 2) การบำรุงรักษาแบบแก้ไข (Corrective Maintenance: CM)

คือ การบำรุงรักษา แก้ไขหรือซ่อมแซมหลังเกิดการเสียหายหรือใช้งานจนกระทั่งเสียหายเป็นเทคนิคการบำรุงรักษาที่ง่ายที่สุด โดยจะดำเนินการสินทรัพย์ก็ต่อเมื่อสินทรัพย์เสียหายจึงทำให้ต้องหยุดการใช้งานสินทรัพย์

### 3) การบำรุงรักษาเพื่อป้องกัน (Preventive Maintenance: PM)

คือ การวางแผนโดยกำหนดระยะเวลาในการเปลี่ยนชิ้นส่วน อะไหล่หรือฟิตเครื่อง (Overhaul) เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้น จะเป็นการวางแผนการป้องกันไว้ล่วงหน้าทำให้ไม่ต้องหยุดการใช้งานสินทรัพย์หรืออุปกรณ์แบบฉุกเฉิน โดยทั่วไประยะเวลาในการทำงานสามารถหาข้อมูลอ้างอิงได้จากคู่มือของผู้ผลิตหรือจากแผนการบำรุงรักษาที่ใช้งานอยู่ เช่น การเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องและกรองน้ำมัน การเปลี่ยนกรองอากาศรถยนต์

### 4) การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance)

คือ การบำรุงรักษาตามสภาพจะใช้หลักการที่ว่าโดยทั่วไปเมื่อมีความเสียหายเกิดขึ้น เครื่องจักรจะแสดงสัญญาณบางอย่างออกมา ดังนั้นถ้าหากเราสามารถทำการตรวจจับสัญญาณที่แสดงออกมาได้ เราก็สามารถทำการบำรุงรักษาก่อนที่จะเสียหาย เช่น ความร้อน เสียง การสั่นสะเทือน เศษผงโลหะต่าง ๆ การตรวจสอบสภาพสามารถทำได้โดย

4.1) การใช้ประสาทสัมผัสของมนุษย์ เช่น ใช้มือสัมผัสความร้อน ใช้ตาตรวจดูการรั่วซึม ใช้หูฟังเสียงใช้จมูกดมกลิ่น

4.2) เครื่องมือวัดที่มีอยู่ในเครื่องจักร เช่น เกจวัดความความดัน มิเตอร์วัดอุณหภูมิ

4.3) การใช้เทคนิคการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย เช่น การวัดความหนาของท่อหรือถัง การตรวจสอบรอยแยกหรือรอยแตก

4.4) การใช้เครื่องมือพิเศษในการตรวจสอบสภาพ เช่น เครื่องวัดการสั่นสะเทือน กล้องถ่ายภาพความร้อน

### 5) การบำรุงรักษาเชิงรุก (Proactive Maintenance)

คือ การบำรุงรักษาที่ทำก่อนที่จะเกิดการเสียหายของสินทรัพย์ โดยทั่วไปจะเป็นการทำการบำรุงรักษาเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา แล 8 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชิงป้องกันหรือการบำรุงรักษาตามสภาพ อย่างไรก็ตามการบำรุงรักษาเชิงรุกในฐานความรู้หรือมุมมองแบบอื่น จะหมายถึงการวิเคราะห์รากของปัญหาเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา เพื่อกำหนดวิธีการบำรุงรักษาหรือ มาตรการอื่นเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดขึ้นซ้ำอีกในอนาคต

#### 6) การป้องกันการบำรุงรักษา (Maintenance Prevention)

การแก้ปัญหารากของปัญหาเพื่อลดโอกาสการชำรุดเสียหายและลดงานบำรุงรักษาซึ่งจะทำให้ สิ้นทรัพย์มีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น เช่น การแก้ปัญหาน้ำที่เปื้อนเหล็กรั่วเนื่องจากฝุ่นและเป็นสนิม โดยการ เปลี่ยนเป็นท่อพลาสติกหรือท่อสแตนเลส

### 2.4 การลบล้างวัสดุทางวิศวกรรม [4]

การขนถ่ายวัสดุ เป็นกรรมวิธีที่ใช้เคลื่อนย้ายวัสดุในกระบวนการผลิต นับตั้งแต่วัตถุดิบจนกระทั่งเป็น สินค้าถึงผู้บริโภค เป็นการเตรียมวัสดุ การวาง การกำหนดที่วาง และการลบล้างในทุกขั้นตอนการผลิต ซึ่งเป็น การกระบวนการที่สำคัญ โดยในกระบวนการผลิตมีกระบวนการลบล้างรวมอยู่ด้วย 50-70% การขนถ่ายที่มี ประสิทธิภาพช่วยให้เกิดความสะดวกรวดเร็ว ในทางเศรษฐศาสตร์ควรมีการเคลื่อนย้ายวัสดุน้อยที่สุด เนื่องการขนถ่าย วัสดุไม่ได้เพิ่มมูลค่า แต่เป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายในการผลิต โดยคิดเป็นมูลค่าเป็น 20-35% ของราคาผลิต

วิธีการขนถ่ายวัสดุนั้นจะแตกต่างกันไปในแต่ละโรงงาน ซึ่งมีผลกระทบต่อการลงทุนและกำไร วัตถุประสงค์หลักของการขนถ่าย คือ การลดต้นทุนการผลิต พิจารณาได้จากการวางแผนการขนถ่ายวัสดุที่ดี หรือมีการปรับปรุงกระบวนการขนถ่าย ดังนี้

- 1) เพิ่มกำลังผลิต ระบบการผลิตที่ดีจะช่วยให้งานดำเนินไปได้ด้วยดี ทำให้เพิ่มผลผลิตต่อชั่วโมงคน เพิ่มประสิทธิภาพเครื่องจักร โดยลดเวลาหยุดทำงานของเครื่องจักรและปรับปรุงระบบควบคุมการผลิต
- 2) ทำให้สภาพการทำงานดีขึ้น การขนถ่ายที่ดีมีประสิทธิภาพจะช่วยให้คนทำงานอย่างปลอดภัย ลด การเหนื่อยล้าของคนงาน ลดการเกิดอุบัติเหตุในโรงงาน คนงานจะทำงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น
- 3) ลดปริมาณของเสีย การขนถ่ายที่ดีจะทำให้วัสดุดิบหรือผลิตภัณฑ์เสียหายน้อยที่สุด
- 4) เพิ่มประโยชน์ของการใช้พื้นที่และอุปกรณ์ ระบบขนถ่ายที่มีการวางแผนอย่างดี ทำให้ใช้พื้นที่อย่าง ประหยัด มีการหยุดพัก หรือสูญเปล่าของเวลาการใช้เครื่องจักรน้อย
- 5) ทำให้การรับ-จ่ายวัสดุเป็นไปตามต้องการ โดยการรับ-จ่ายวัสดุจากแหล่งวัตถุดิบในระหว่างการผลิตตลอดจนส่งให้ลูกค้าเป็นไปอย่างตรงต่อเวลาและในจำนวนที่ถูกต้อง
- 6) ลดค่าใช้จ่าย โดยระบบการขนถ่ายวัสดุที่ดีนั้น สามารถตัดปัญหาการฉกฉวยวัสดุและผลิตภัณฑ์ สามารถควบคุม การเก็บรักษาสภาพผลิตภัณฑ์และวัตถุดิบอย่างรัดกุม

หลักการขนถ่ายวัสดุ จากประสบการณ์ของบุคคลต่าง ๆ ที่ทดสอบแล้วพบว่า มีประโยชน์ โดยมี หลักการคือ การวางแผนระบบการขนถ่ายวัสดุที่สัมพันธ์กันให้ได้มากที่สุด เป็นลำดับขั้นตอน ลด รวม หรือ กำจัดการเคลื่อนที่ ๆ ไม่จำเป็น ปลดปล่อยให้วัสดุเคลื่อนไหวด้วยตัวเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ปริมาณการขนถ่ายมาก เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา แล๑ ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่สุด แล้วต้องอยู่ภายใต้อุปกรณ์ วิธีการที่ปลอดภัยและเป็นไปตามมาตรฐาน ซึ่งการพิจารณาต้นทุนและประสิทธิภาพการขนถ่ายต่อหน่วยของวัสดุ

## 2.5 กะพ้อลำเลียง [5]

### 2.5.1 ลักษณะและการใช้งาน

กะพ้อลำเลียงใช้ขนถ่ายวัสดุปริมาณมวล ในแนวตั้งหรือชันมากกว่า 60 องศา วัสดุที่ขนถ่ายได้แก่ หวายกรวด ผงแร่ ถ่านหิน สารเคมี เม็ดพืช อาหารสัตว์ แป้ง ซีเมนต์ เป็นต้น ซึ่งเป็นวัสดุในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ เช่น การเกษตร อาหาร เคมี ก่อสร้าง พลาสติก กะพ้อมี 2 รูปแบบ คือ

1) สายพานกะพ้อ เป็นกะพ้อติดสายพาน ใช้ความเร็วช่วง 0.4 - 4 เมตร/วินาที ปริมาณขนถ่ายน้อยกว่าหรือเท่ากับ 70 เมตร/ชั่วโมง ช่วงสูงน้อยกว่าหรือเท่ากับ 30 เมตร

2) โซ่กะพ้อ เป็นกะพ้อติดโซ่ ใช้ความเร็วช่วง 0.3 - 2 เมตร/วินาที ปริมาณขนถ่ายน้อยกว่าหรือเท่ากับ 150 เมตร/ชั่วโมง ช่วงสูงน้อยกว่าหรือเท่ากับ 90 เมตร

### 2.5.2 องค์ประกอบพื้นฐานของกะพ้อลำเลียง

องค์ประกอบแบ่งออกเป็น 7 ส่วน

1) กะพ้อ (Buckets) แบ่ง 4 ชนิด

1.1) ชนิดก้นลึก (Deep: D) ใช้กับวัสดุแห้ง เคลื่อนไหลได้สะดวก ขนาดก้อนเล็ก เม็ดเล็ก เช่น เม็ดพืช หวาย ดิน ผงถ่านหิน เหล็ก อาหารสัตว์ สำหรับวัสดุที่เคลื่อนไหลได้ยาก ใช้โซ่คู่โดยด้านข้างนอกกะพ้ออยู่ติดกับโซ่ โดยปล่อยวัสดุออกโดยน้ำหนักของวัสดุเอง

1.2) ชนิดก้นตื้น (Shallow: S) ปากกะพ้อมีมุมเอียงมาก ก้นตื้น ปล่อยวัสดุออกได้ง่ายกว่า ใช้กับการลำเลียง วัสดุเม็ด ผง หรือก้อนเล็ก ๆ ที่มีความชื้น หรือเคลื่อนไหลได้ไม่สะดวก

1.3) ชนิดรูปตัว V (V-Shaped: V) มีแผ่นข้างที่กั้นกะพ้อ มักใช้กับโซ่ที่มีความเร็วต่ำ ใช้กับวัสดุเม็ดหรือก้อน

1.4) ชนิดก้นมนและมีแผ่นกั้นที่กั้นกะพ้อ (Round bottom: R) ติดตั้งบนสายพานและโซ่ เหมือนกับชนิดรูปตัว V

2) อุปกรณ์ดึง (Tractive element)

2.1) สายพาน ความกว้างของสายพานควรมากกว่าความกว้างของกะพ้อ ประมาณ 25 - 150 มม. จำนวนชั้นสายพาน ควรจะมีแกนผ้าอย่างน้อย 4 ชั้น ส่วนที่เป็นสายพานแกนลวดใช้กับกะพ้อที่มีภาระมาก ผิวสายพานต้องเรียบเพื่อให้สัมผัสกับล้อขับดี การยึดกะพ้อกับสายพานโดยใช้สลักและหมุดย้ำ ที่สามารถยึดเกาะได้สะดวกและแน่นหนา และไม่มีวัสดุ ขนถ่ายเข้าไปติดค้างอยู่ได้

2.2) โซ่ ส่วนใหญ่จะเป็นโซ่แผ่น (โซ่ลูกล้อหรือโซ่ลูกกลิ้ง: Sleeve-type, roller or wheel chain) มีระยะตั้งพิชโซ่ 100 – 630 มม. หรืออาจใช้โซ่ห่วง (Round link chain) ซึ่งทำจากเหล็กเส้น เส้นผ่านศูนย์กลาง 16 - 28 มม. ถ้าวัสดุขนถ่ายเป็นวัสดุคมแข็ง เป็นเม็ดหรือกั๊กกร้อนสูง ควรใช้โซ่แบบหนา เพิ่มประกบเพื่อเพิ่มช่องว่างระหว่างหมุดและประกบขึ้นอีก 0.4 - 0.6 มม. และเพิ่มความแข็งเป็น 58 - 62 HRC (วิธีคาร์บอนไนไตรต์) ในกรณีที่จะพ้อมีความกว้างถึง 250 มม. ใช้โซ่เดี่ยวได้ ส่วนกะพ้อที่มีความกว้างมากกว่า 320 มม. ควรใช้โซ่คู่

### 3) ต้นกำลัง

โดยทั่วไปใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ที่มีชุดลดความเร็วรอบ มอเตอร์เกียร์ ใช้กับกะพ้อที่มีการลำเลียงต่ำ (น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 กิโลวัตต์) การส่งกำลังจากมอเตอร์และชุดลดความเร็วรอบมายังเพลลาขับสามารถทำได้โดยใช้ล้อยางพานกับสายพาน หรือล้อยูกับโซ่ สำหรับการติดตั้งต้นกำลังระหว่างทางลำเลียง (Intermediate arrangement) มักใช้กับกะพ้อที่มีความเร็วสูงมาก

### 4) ล้อยู

เส้นผ่านศูนย์กลางของล้อยู สำหรับสายพานกะพ้อ ขึ้นกับวิธีปล่อยวัสดุออกจากกะพ้อ และจำนวนชั้นแกนสายพาน แล้วเลือกขนาดล้อยู สายพานมักใช้ล้อยูที่เคลือบยาวเพื่อเพิ่มสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน โซ่ใช้ล้อยูที่มีฟันตั้งแต่ 15 - 20 ฟัน กรณีโซ่ห่วงกลม ใช้ล้อยูเสียดทานที่มีขอบเรียบ (Traction wheel & Plain wheel) หรือล้อยู (Cogged sprockets) โดยเพลลาติดตั้งอยู่กับแบร็งเพื่อให้เพลลาอยู่ในแนวตรงได้ ขณะหยุดส่งกำลังให้กะพ้อลำเลียง กะพ้อจะหมุนย้อนกลับ จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ด้านการย้อนกลับแบบ Back stop cam clutch หรือ Elastic coupling ยึดเพลลามอเตอร์กับเพลลาของชุดเพื่องลดความเร็วรอบ หรือใช้ Hydraulic coupling ยึดระหว่างมอเตอร์กับชุดลดความเร็วรอบ กรณีที่กะพ้อลำเลียงวัสดุที่มีภาระมาก ต้องใช้เบรกชนิดอิเล็กทรอนิกส์

### 5) อุปกรณ์ดึงสายพานหรือโซ่

สำหรับการดึงสายพานหรือโซ่ ได้แก่ ชนิดเกลียว ชนิดเกลียวสปริง และชนิดถ่วงน้ำหนัก มักจะติดตั้งที่เพลลาช่วงดึงสายพานจะอยู่ที่ 200 - 500 มม. โดยเส้นผ่านศูนย์กลางล้อยูมักมีขนาดเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางล้อยูตาม

### 6) เรือนกะพ้อ (Casing)

เรือนกะพ้อมีทั้งแบบสองขาและแบบขาเดียว ช่องทางเข้าสำหรับวัสดุ แบบต่ำมีมุมเป็น  $60^\circ$  ใช้กับวัสดุเปียกชื้น แบบนี้จะเทวัสดุลงกะพ้อเลย แบบต่ำมีมุม  $45^\circ$  ใช้กับวัสดุไหลง่าย จะเทวัสดุลงสู่ตีนกะพ้อ เรือนกะพ้อเป็นโครงสร้างรองรับน้ำหนักของกะพ้อลำเลียงจึงเป็นส่วนที่รับแรงเสียดทานสถิตและ

เสียดทานจลน์ส่วนของ ชุดสายพานหรือโซ่ที่กำลังเคลื่อนที่ และเรือนกะพ้อมีขึ้นส่วนเพื่อไม่ให้ออกนอกเส้นทาง

#### 7) อุปกรณ์ความปลอดภัย

หากโซ่หรือสายพานขาด มีชุดจับโซ่(Chain catchers) และสายเคเบิล สำหรับสายพานกะพ้อม สายเคเบิลจะยึดติดกับด้านล่างกะพ้อม โดยจะทำหน้าที่ไม่ให้กะพ้อมตกลงไป

### 2.6 สมบัติของวัสดุที่นำมาประกอบการดำเนินงาน

#### 2.6.1 Superlean (Nylon 6, Polyamide: PA6) [6]

ซูเปอร์ลีน คือ มีลักษณะทางกายภาพเป็นวัตถุทึบแสง มีสีขาวค่อนข้างใส เป็นพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic) จัดอยู่ในกลุ่มพลาสติกวิศวกรรม ที่ได้จากการกระบวนการพอลิเมอไรเซชัน (polymerization) ของเอไมด์ (amide, CHONH) และกรดอินทรีย์ มีการเพิ่มสารแต่งเติมประเภทแกรไฟต์และโมลิบดีนัมไดซัลไฟต์ (Graphite & Molybdenum Disulphite) ทำให้เพิ่มคุณสมบัติให้ดีขึ้น มีทั้งแบบแผ่นและแบบแท่ง

การใช้งานของ Superlene กว้างขวางและเป็นที่ยอมรับ เช่น ใช้ทำแบริ่ง บูช เฟือง ลูกปืน ลูกล้อ ลูกกลิ้ง เกียร์ วาล์ว อะไหล่เครื่องจักร ล้อจักรยานยนต์ ต่อมปากกา ลูกกลิ้ง แท อวน ถังน่องสตรี ถังเท้า สายไฟ ปลั๊กไฟฟ้า ผ้มเทียม เส้นใยสิ่งทอ นอกจากนี้ยังใช้ในงานด้านบรรจุภัณฑ์อาหาร โดยผลิตในรูปแบบฟิล์ม

#### 2.6.2 PPC 4640 (Polypropylene) [7]

คือ Polypropylene ชนิด Heterophasic Copolymers (HECO) ซึ่งมีคุณสมบัติแข็ง ทนต่อการรับแรงกระแทกและการเกิดครีป (Creep) ได้ดี ใช้การผลิตภาชนะ แก้ว และภายในเครื่องจักรบางชนิด ในที่นี้ใช้ในการผลิตลูกกะพ้อมของ Bucket chain ยี่ห้อ SIMATEK

#### 2.6.3 Stainless 304 [9]

เป็นสแตนเลส ใช้งานในลักษณะที่หลากหลาย มีอยู่ทั้งในผลิตภัณฑ์ ส่วนประกอบเครื่องจักร ดังนี้

- อุตสาหกรรมการผลิตอาหารและเครื่องดื่ม เช่น เบียร์ นม ไวน์
- อุปกรณ์ในห้องเครื่องครัวและร้านอาหาร
- งานสถาปัตยกรรม เช่น ระเบียง
- อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน
- อุปกรณ์บรรจุ และเครื่องมือสำหรับใช้สารเคมี

ตารางที่ 2.1 สารประกอบของสแตนเลส [9]

สารประกอบ	wt %
คาร์บอน	0.08
แมงกานีส	2
ฟอสฟอรัส	0.75
กำมะถัน	0.045
ซิลิคอน	0.030
โครเมียม	18-20
นิกเกิล	8-10.5
ไนโตรเจน	0.1

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติวัสดุของ PPC 4640, PA6 และ Stainless steel 304 [6], [8], [9]

คุณสมบัติของวัสดุ	PPC 4640 (มาตรฐานการทดสอบ)	PA6 (มาตรฐานการทดสอบ)	Stainless Steel 304 (มาตรฐานการทดสอบ)
สมบัติทางกายภาพ (Physical properties)			
ความหนาแน่น (Density)	0.905 g/cm <sup>3</sup> (ISO 1183)	1.14 g/cm <sup>3</sup> (ISO 1183)	8.0 g/cm <sup>3</sup> (ISO 1183)
ความหนาแน่นเนื้อ (Bulk density)	0.525 g/cm <sup>3</sup> (ISO 1183)		
Molding Shrinkage		0.35-0.60 % at Across flow 2 mm 0.30-0.55 % at Flow 2 mm (ISO 294-4)	
สมบัติการไหล (Rheological properties)			
Melt flow index	3.5 g/10 min (ISO 1133; 230 °C, 2.16 kg)		
สมบัติทางกล (Mechanical properties)			
Tensile strength		45 MPa (ISO 527-2/5)	515 MPa (ISO 527-2)
Tensile strength at yield	27 MPa (ISO 527-2)		205 MPa (ISO 527-2)
Elongation at yield / Tensile strain	6% (ISO 527-2)	2 % (ISO 527-2/5)	40 % at 50 mm (ISO 527-2)
Tensile modulus	1400 MPa (ISO 527-2)	1000 MPa at 60 °C (ISO 527-2/1)	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ) คุณสมบัติวัสดุของ PPC 4640, PA6 และ Stainless steel 304 [6], [8], [9]

คุณสมบัติของวัสดุ	PPC 4640 (มาตรฐานการทดสอบ)	PA6 (มาตรฐานการทดสอบ)	Stainless Steel 304 (มาตรฐานการทดสอบ)
Flexural modulus	1350 MPa (ISO 178)		193 GPa (ISO 178)
Izod impact strength (Notched)	25 kJ/m <sup>2</sup> at 23 °C 6 kJ/m <sup>2</sup> at -20 °C (ISO 180)	35 J/m at 23 °C  (ASTM D256A)	
Charpy impact strength (Notched)	25 kJ/m <sup>2</sup> at 23 °C 7 kJ/m <sup>2</sup> at -20 °C (ISO 179)	2.0 kJ/m <sup>2</sup> at 23 °C 2.0 kJ/m <sup>2</sup> at -20 °C (ISO 179/1eU)	
Charpy impact strength (Unnotched)		15 kJ/m <sup>2</sup> at 23 °C 15 kJ/m <sup>2</sup> at -20 °C (ISO 179/1eU)	
Hardness Rockwell	86 R scale (ISO 2039-2)	68 D scale (ISO 2039-2)	92 B scale (ISO 2039-2)
สมบัติทางความร้อน (Thermal properties)			
Melting Point	165 °C (ISO 3146)	220 °C (ISO 11357)	
Vicat Softening point	70 °C at 50 N-50 °C/hr 140 °C at 10 N-50 °C/hr (ISO 306)		
Heat deflection temperature	53 °C 1.80 MPa-120 °C/hr 95 °C 0.45 MPa-120 °C/hr (ISO 752)	155 °C 1.80 MPa-120 °C/hr 205 °C 0.45 MPa-120 °C/hr (ISO 752)	
Thermal conductivity		0.23 W/Km  (DIN 52612)	16.2 W/Km at 100 °C 21.5 W/Km at 500 °C (DIN 52612)
Specific heat			500 k/kg K ( )
สมบัติทางไฟฟ้า (Election properties)			
Comparative tracking index		450 V (IEC 62112)	
Electrical Resistivity			720 (nΩ.m)

## 2.7 ระบบคุณภาพ (Quality System) [10]

ระบบคุณภาพ (Quality System) หรือบางครั้งเรียกว่า ระบบประกันคุณภาพ (Quality assurance system) เป็นการดำเนินการเพื่อให้สถานที่ผลิตมีมาตรฐาน โดยคำนึงถึงทุกขั้นตอนของการผลิตรวมทั้งปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะต้องถูกควบคุมตรวจสอบอย่างเป็นระบบต่อเนื่อง และสม่ำเสมอเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายมีคุณภาพและปลอดภัยมากยิ่งขึ้น หากระบบมีการดำเนินการถูกต้องแล้ว จะสามารถช่วยตรวจสอบเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา แลต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลับถึงสาเหตุได้เมื่อผลิตภัณฑ์มีปัญหา แต่อย่างไรก็ตาม ระบบนี้เป็นระบบที่เน้นการป้องกันมากกว่าการแก้ไข ปัญหา ในระดับสากล ระบบคุณภาพในอุตสาหกรรมอาหาร ได้แก่ GMP และ HACCP ซึ่งปัจจุบันมี ความสำคัญ โดยเฉพาะอุตสาหกรรมขนาดใหญ่และอุตสาหกรรม ส่งออก เนื่องจากกระแสความต้องการการบริโภคอาหาร และมีการแข่งขันในเรื่องคุณภาพมาตรฐานและความปลอดภัยของอาหารมากยิ่งขึ้น

## 2.8 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องโครงการ

### 2.8.1 เซนเซอร์ (Sensor) [11]

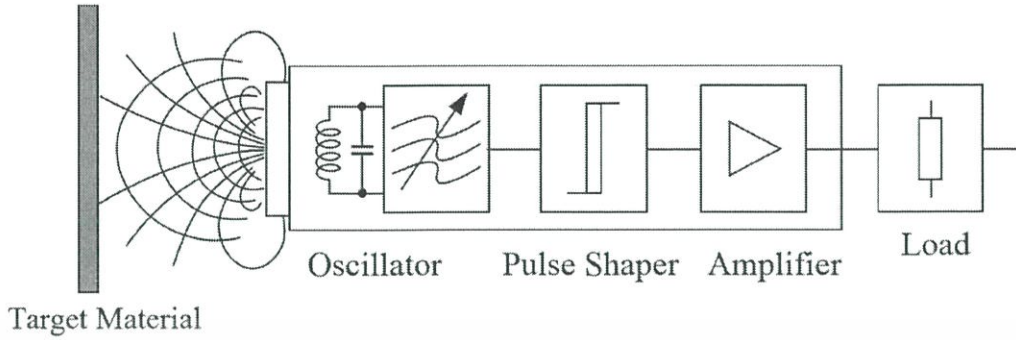
เซนเซอร์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับตรวจรู้ปริมาณของตัวแปรต่าง ๆ เพื่อป้อนให้กับ ระบบและ กระบวนการ อุปกรณ์เซนเซอร์จัดเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญอย่างมาก ทั้งในการควบคุมกระบวนการ ทางอุตสาหกรรมให้สามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติ ในทางเครื่องมือวัดทางอุตสาหกรรมก็จำเป็นต้อง ใช้เซนเซอร์ เช่น การตรวจวัดตำแหน่ง และระยะทางการเคลื่อนที่ ความสว่าง ความร้อน ความดัน การไหล และความหนาแน่น โดยมีเซนเซอร์ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

#### พรีอกซิมิติเซนเซอร์ (Proximity Sensor)

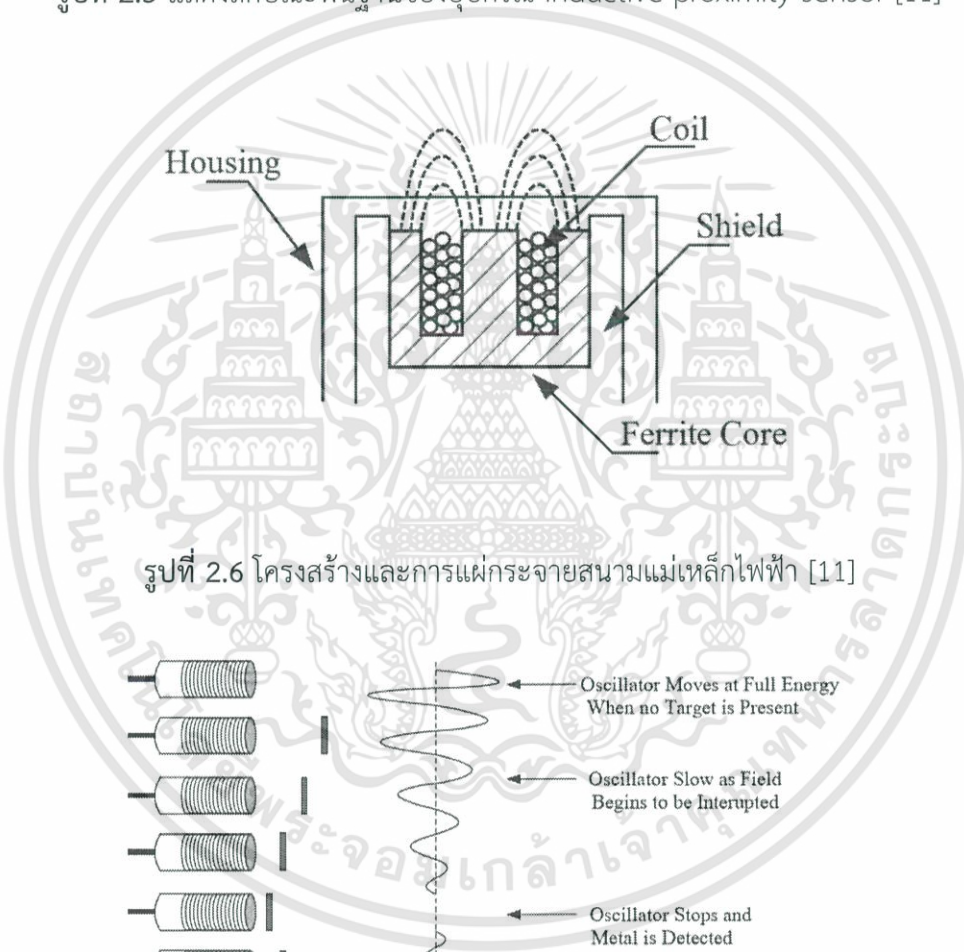
เป็นอุปกรณ์เซนเซอร์ที่จัดอยู่ในกลุ่มของอุปกรณ์ประเภทที่ ทำงานโดยที่ตัววัดอุปกรณ์ไม่ สัมผัสกับวัตถุตัวแปรที่ต้องการวัดโดยตรง จะทำงานโดยอาศัยหลักการแผ่กระจายพลังงานในรูปแบบ ต่าง ๆ เช่น สนามแม่เหล็ก การเหนี่ยวนำ ความดันลม อัลตราโซนิค หรือกัมมันตรังสี ซึ่งสามารถแบ่ง ประเภทได้ดังนี้

#### 1) พรีอกซิมิติชนิดเหนี่ยวนำ (Inductive Proximity)

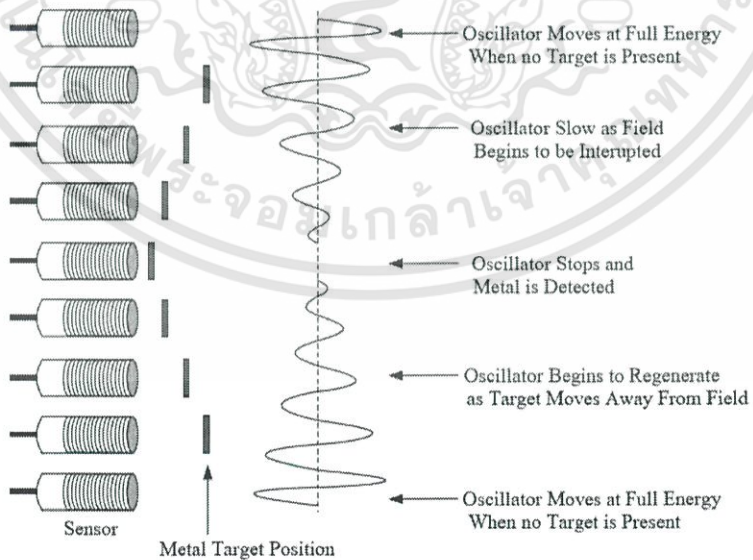
การทำงานของพรีอกซิมิติชนิดเหนี่ยวนำนี้จะสามารถใช้ได้เฉพาะ วัตถุที่เป็นโลหะเท่านั้น ด้วย หลักการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้นเฉพาะกับโลหะเท่านั้น ด้วยหลักการเหนี่ยวนำของ สนามแม่เหล็กจะมีลักษณะการทำงานทั่วไปดังรูปที่ 2.5 เมื่อวัตถุที่ต้องการเข้ามาใกล้เซนเซอร์ที่มี ลักษณะของการแผ่กระจายของสนามแม่เหล็กดังรูปที่ 2.6 ทำให้มีการเหนี่ยวนำกับวัตถุและเกิด กระแสวนภายในวัตถุ มีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความเหนี่ยวนำ ก่อนที่จะนำสัญญาณที่ได้ไป ขยายและใช้งานต่อไป โดยทั่วไประยะการเซนเซอร์ ของพรีอกซิมิติเซนเซอร์นั้นจะขึ้นอยู่กับขนาดของ ตัวเซนเซอร์และชนิด ขนาดของวัตถุ



รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะพื้นฐานของอุปกรณ์ Inductive proximity sensor [11]



รูปที่ 2.6 โครงสร้างและการแผ่กระจายสนามแม่เหล็กไฟฟ้า [11]

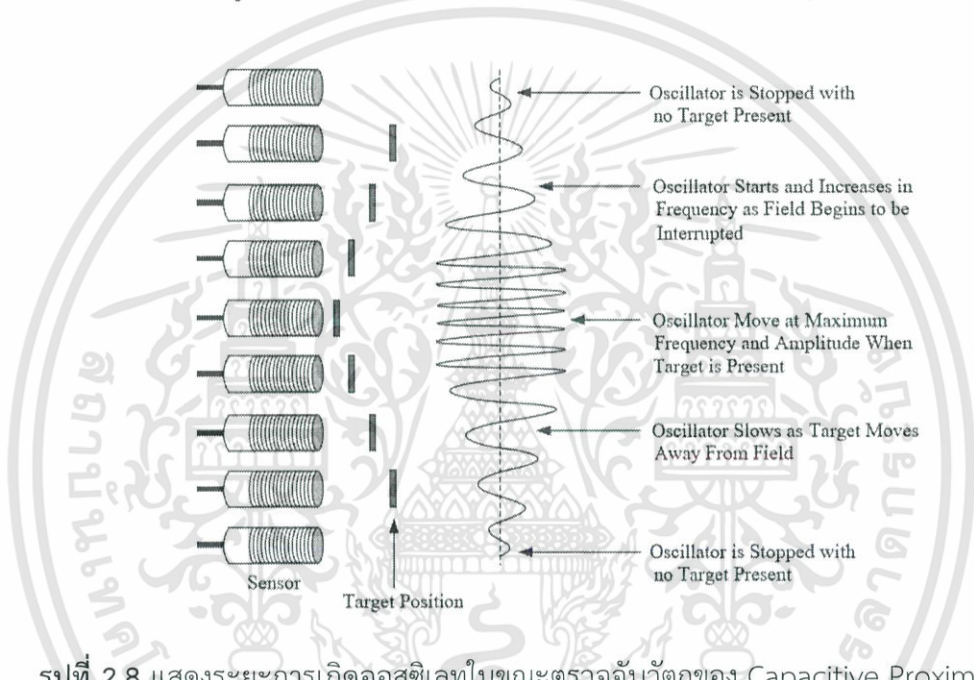


รูปที่ 2.7 แสดงระยะการหน่วงออสซิลเลทในขณะเซนเซอร์วัดของ Inductive Proximity [11]

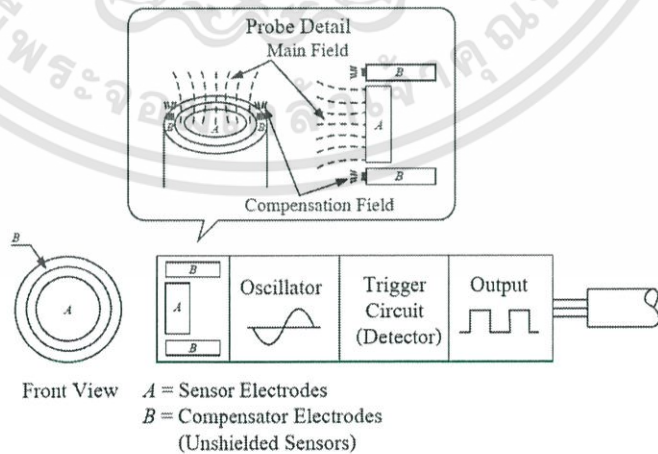
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) พร็อกซิมีตีชนิดเก็บประจุ (Capacitive Proximity)

อุปกรณ์เซนเซอร์ที่ใช้สำหรับเซนเซอร์จับวัตถุ โดยไม่สัมผัสกับชิ้นงานที่ต้องการ ใช้หลักการในการทำงานโดยการเปลี่ยนแปลงค่าความจุจากระยะห่างและชนิดของวัตถุที่ต้องการ จึงสามารถใช้เซนเซอร์วัตถุนี้ได้ทุกชนิดทั้งโลหะและอโลหะ โดยเฉพาะวัตถุที่มีค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (Dielectric Constant) สูง การเปลี่ยนแปลงของค่าความจุของเซนเซอร์นั้นเกิดขึ้นต่อเมื่อมีวัตถุเคลื่อนที่เข้ามาใกล้กับบริเวณเซนเซอร์ซึ่งมีการแผ่กระจายของสนามไฟฟ้า และเมื่อค่าความจุเกิดการเปลี่ยนแปลงจนถึงระดับหนึ่ง จะเกิดสภาวะเรียกว่า R - C Resonance มีผลทำให้เกิดการออสซิลเลทของสัญญาณดังรูปที่การเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับ ระยะ ชนิด และค่าคงที่ทางไดอิเล็กทริกของวัตถุที่ต้องการ



รูปที่ 2.8 แสดงระยะการเกิดออสซิลเลทในขณะที่ตรวจจับวัตถุของ Capacitive Proximity [11]



รูปที่ 2.9 ส่วนประกอบพื้นฐานของอุปกรณ์ Capacitive Proximity Sensor [11]

### 3) พร็อกซิมิตีเซนเซอร์อัลตราโซนิก (Ultrasonic Proximity)

เป็นอุปกรณ์เซนเซอร์ที่ใช้หลักการพื้นฐานของการแผ่กระจายคลื่นความถี่สูงที่อยู่ในช่วงระหว่าง 20 kHz - 1 GHz ออกไปกระทบกับวัตถุที่อยู่ภายในบริเวณของสนามคลื่นความถี่และสะท้อนกลับมายังตัวรับ เซนเซอร์และแยกแยะคลื่นความถี่ที่ส่งออกไปจากแหล่งกำเนิดเปรียบเทียบกับสัญญาณทางด้านเอาต์พุตซึ่งเป็นสัญญาณได้ทั้งอนาล็อกและดิจิตอล โดยใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมการใช้งาน การติดตั้งและอุปกรณ์ดังรูปที่ 2.10 แสดงลักษณะของ การสะท้อนกลับคลื่นความถี่สูงที่ไปกระทบกับวัตถุที่มีสถานะเป็นของแข็งและของเหลว

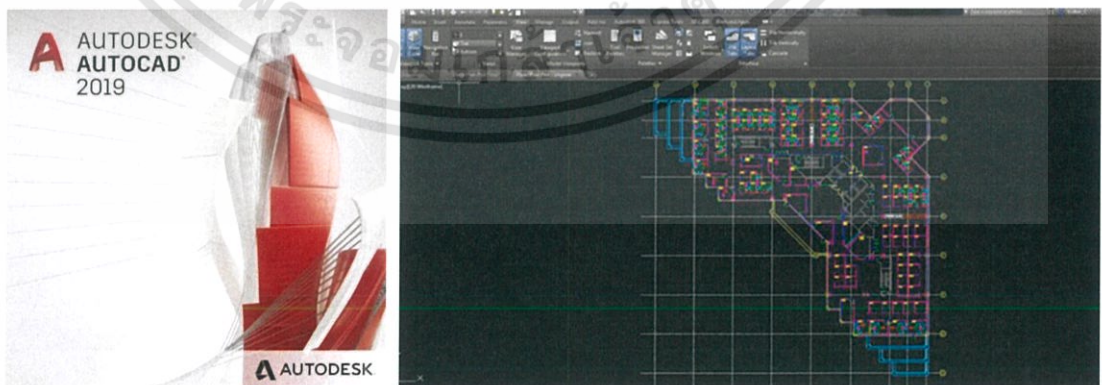


รูปที่ 2.10 การสะท้อนกลับของคลื่นจากวัตถุที่เป็นของแข็งและของเหลว [11]

## 2.10 โปรแกรมที่เกี่ยวข้อง

### 2.10.1 AutoCAD [13]

เป็นซอฟต์แวร์ช่วยออกแบบด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Aided Drafting/Design, CAD) ที่สามารถรองรับการทำงานทั้งใน 2 มิติ และ 3 มิติ บริษัทผู้พัฒนาคือ Autodesk แม้ในตลาดซอฟต์แวร์จะมีโปรแกรมประเภท CAD หลายโปรแกรม แต่ในงานออกแบบด้านวิศวกรรม สถาปัตยกรรม และอุตสาหกรรมต่าง ๆ ของหน่วยงาน องค์กรทั้งของรัฐบาลและเอกชนทั่วโลก



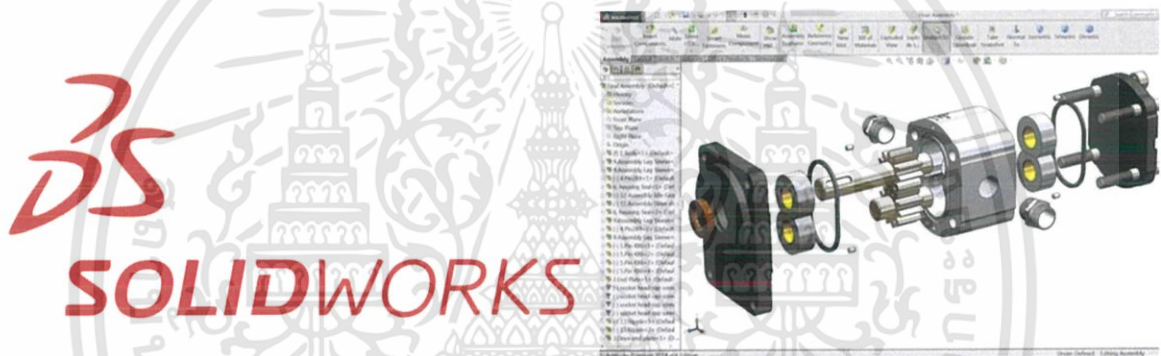
รูปที่ 2.11 โปรแกรมและตัวอย่างการใช้งานโปรแกรม AutoCAD [13]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา แล 18 ้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.10.2 Solidworks [14]

เป็นซอฟต์แวร์เพื่อให้แก้ออกแบบใช้ เป็นเครื่องมือในการออกแบบทางวิศวกรรม เพื่อสร้างตัวอย่างผลิตภัณฑ์จำลองใน Computer ก่อนที่จะสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบจริง โดยตัวซอฟต์แวร์จะจัดอยู่ในตระกูล CAD (Computer Aided Design) ซึ่งสามารถสร้างชิ้นงานจำลองในรูปแบบ 3D Solid Models เป็นแบบงานแยกชิ้น (Part) และแบบงานประกอบ (Assembly) เพื่อนำไปสร้างเป็น 2D Standard Engineering (CADD = Computer Aided Design and Drafting)

โปรแกรม Solidwork เป็นโปรแกรมที่มีความยืดหยุ่นในการทำงานสูงมาก คือ สามารถที่จะทำงานมากมายหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นชิ้นงานที่ต้องขึ้นเป็น solid หรือ surface ก็มีเครื่องที่รองรับเป็นอย่างดี เมื่อสร้างชิ้นงานเสร็จเรียบร้อยแล้วจะสามารถที่จะประกอบชิ้นงานได้ใน Mode ของชุดคำสั่ง Assembly รวมทั้งผู้ต้องการ Drawing ของชิ้นงาน



รูปที่ 2.12 โปรแกรมและตัวอย่างการใช้งานโปรแกรม Solidworks [14]

### บทที่ 3

### วิธีการดำเนินงาน

#### 3.1 การวิเคราะห์ปัญหา

##### 3.1.1 ปัญหาของ Bucket chain



รูปที่ 3.1 กราฟแสดงปัญหาและเวลาเกิด Break down ของโซ่กะพ้อ

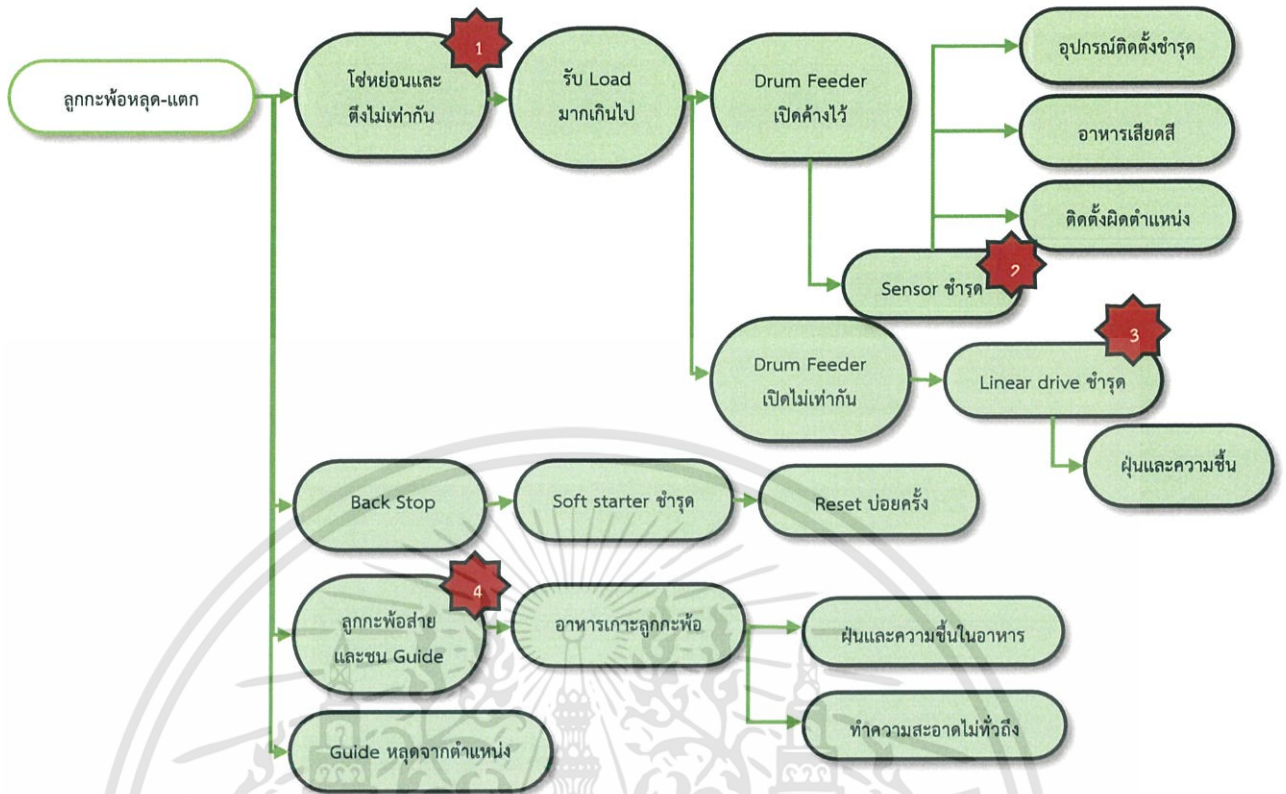
จากแผนภูมิข้างต้น พบว่าปัญหาที่ทำให้ Bucket chain เกิดการ Break down คือโซ่หย่อนและตึงไม่เท่ากัน ลูกกะพ้อสาย การปล่อยอาหารของ Drum feeder มากเกินไป และ Back stop เสีย มากที่สุดไปน้อยที่สุดตามลำดับ

##### 3.1.2 วิเคราะห์ปัญหาโดยใช้ Why-why analysis

เนื่องจาก การใช้ Why-why analysis จะช่วยให้เกิดความสละสลวยในการวิเคราะห์ถึงสาเหตุต่าง ๆ ของปัญหา ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่าปัญหาหลักคือ ลูกกะพ้อหลุดจากโซ่และตกลงมาแตกเสียหาย ซึ่งอาจมีสาเหตุเกิดได้จากดังรูปที่ 3.2 จึงสามารถสรุปปัญหาและวางแนวทางการดำเนินงานไว้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ปัญหาและการดำเนินการ

ลำดับ	ปัญหา	แนวทางการดำเนินการ
1.	โซ่หย่อนและตึงไม่เท่ากัน	ปรับตั้งและตัดโซ่
2.	Proximity sensor ชำรุด	เปลี่ยนชุดอุปกรณ์ติดตั้ง
3.	Linear drive ชำรุด	เปลี่ยนเป็นกระบอกลมและปรับให้เข้ากับชุดควบคุมเดิม
4.	ลูกกะพ้อสายและชนแนวประคอง	ออกแบบแนวประคองเพิ่มเพื่อลดการส่ายและป้องกันการชน

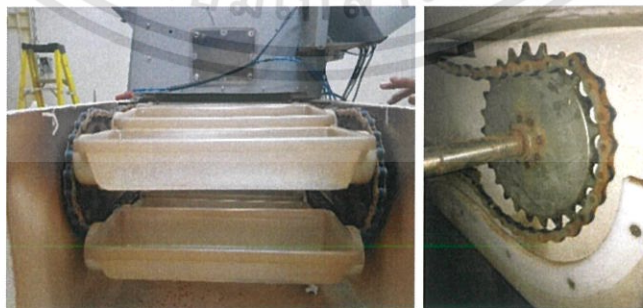


รูปที่ 3.2 การวิเคราะห์ปัญหาของโซ่กะพ้อโดยใช้ Why-why analysis

### 3.2 ลักษณะของปัญหา

#### 3.2.1 ลักษณะของปัญหาโซ่หย่อนและตึงไม่เท่ากัน

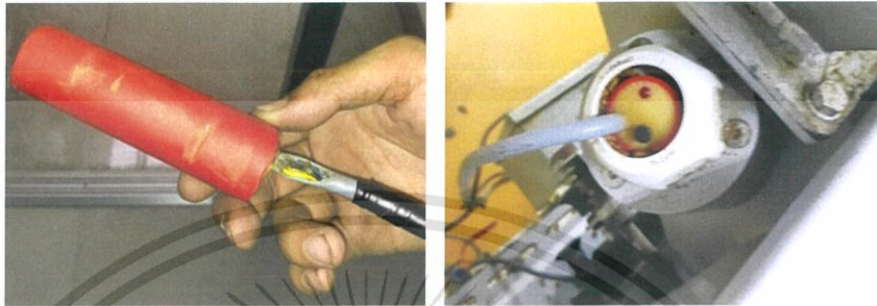
เนื่องจากการขนถ่ายอาหารสัตว์เลี้ยงทุก ๆ วันทำให้ทำให้วัสดุเกิดความล้าจนหย่อน ซึ่งโดยปกติแล้ว Bucket chain มีระบบที่ช่วยในการตึงโซ่อัตโนมัติ โดยการออกแรงผลักดันบวกลบด้วยแรงที่เท่ากัน แต่เนื่องจากอาหารเหลวไม่สม่ำเสมอ จึงทำให้แรงที่กระทำกับโซ่แต่ละข้างจึงไม่เท่ากัน ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ลักษณะของโซ่ที่หย่อนและหลุดจาก Sprocket

### 3.2.2 ลักษณะของปัญหา Proximity sensor ชำรุด

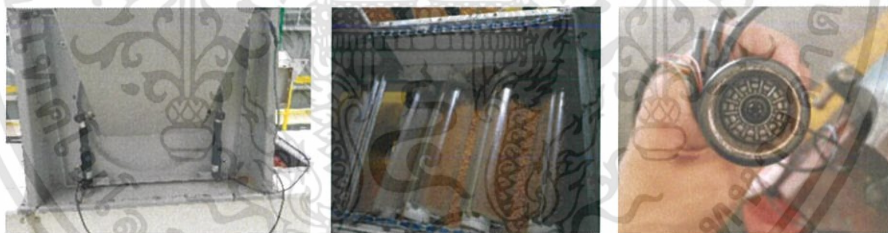
เนื่องจากพื้นที่ในกระบวนการผลิตมีอุณหภูมิสูง จึงส่งผลต่ออุปกรณ์ในการติดตั้ง sensor ที่ทำจากโพลีเมอร์ ทำให้เกิดการเปราะและแตกได้ง่าย อีกทั้งการที่อาหารเสียดสีกับ sensor ทำให้เกิดการชำรุด ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ความเสียหายที่เกิดกับ Proximity sensor

### 3.2.3 ลักษณะของปัญหา Linear drive ชำรุด

จากสภาพแวดล้อมในกระบวนการผลิตที่ประกอบด้วยฝุ่น และความชื้น ที่ส่งผลต่อและเป็นปัญหาสำคัญต่อทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ทำให้ Linear drive เปิดไม่เท่ากัน เปิดมากเกินไปหรือบางครั้งไม่สามารถทำงานได้ ทำให้เทอาหารสัตว์เลี้ยงไปด้านใดด้านหนึ่งมากกว่า อาหารล้นลูกกะพ้อ หรืออาหารสัตว์เลี้ยงค้ำ ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับ Linear drive และลูกกะพ้อ

### 3.2.4 ลักษณะของปัญหาลูกกะพ้อส่ายและชนแนวระคอง

เนื่องจากในกระบวนการผลิตมีกระบวนการที่ทำให้อาหารสัตว์เลี้ยงเกิดความชื้นขึ้น ระหว่างการลำเลียงอาหารจึงมีบางชิ้นส่วนติดอยู่กับภาชนะในการลำเลียง ซึ่ง ชิ้นนี้คือลูกกะพ้อ จึงทำให้ระหว่างการลำเลียงลูกกะพ้อจะส่าย แล้วในบางครั้งทำจะส่ายจนไปชนกับแนวระคองหรือโครงสร้างภายในจนทำให้ลูกกะพ้อหลุด และร่วง เสียหาย ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ความเสียหายที่เกิดจากลูกกะพ้อสาย

### 3.3 การดำเนินการปรับปรุงแก้ไข

#### 3.3.1 การแก้ปัญหาโซ่หย่อนและตึงไม่เท่ากันด้วยการปรับตั้งและตัดโซ่

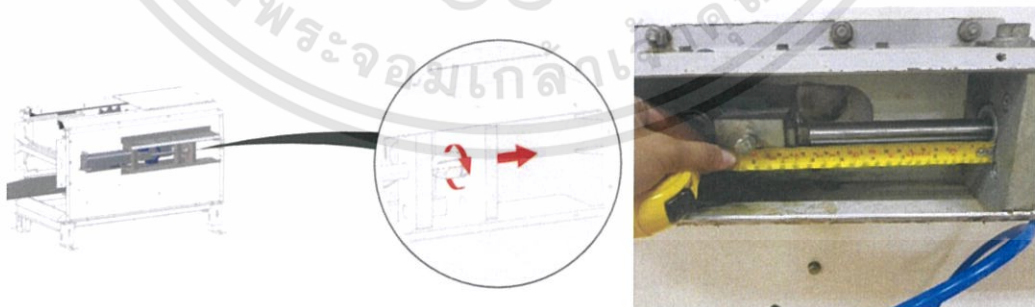
สำหรับการปรับตั้งโซ่และตัดโซ่ส่วนที่ยึดมีขั้นตอน ดังนี้

- 1) ตรวจสอบโซ่ที่ยึดแล้วนำลูกกะพ้อออกจากโซ่หลักจากนั้นเลือกข้อโซ่เพื่อตัดออก โดยการจะตัดออกข้างละชุด(ชุดละ 300 mm หรือโซ่ 6 ข้อ)



รูปที่ 3.7 ตัดข้อโซ่ที่ยึดออก

- 2) นำโซ่หลังจากที่ตัดออกแล้วนำกลับมาต่อ แล้วตั้งความตึงของกระบอกลมให้ทั้งสองข้างยึดในระยะที่เท่ากัน



รูปที่ 3.8 แสดงการปรับตั้งและวัดความยาวของระยะกระบอกลม

#### 3.3.2 การแก้ไขปัญหา Proximity ขำรุดด้วยการเปลี่ยนชุดอุปกรณ์ติดตั้ง

กระบวนการเปลี่ยนชุดติดตั้งมีขั้นตอน ดังนี้

- 1) การเลือกวัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา แล 23 ้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากการเทอาหารสัตว์เลี้ยงลงสู่ Drum feeder ให้ถึงระดับของ Proximity sensor มีโอกาสที่ชุดติดตั้งเซนเซอร์ สัมผัสกับอาหาร ทำให้ต้องเลือกวัสดุที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารได้ ไม่ก่อนให้เกิดผลกระทบต่อผู้บริโภค และเป็นไปตามมาตรฐาน GMP และ HACCP

## 2) วัดและกำหนดขนาด

ใช้เครื่องมือในการวัดคือ เวอร์เนียคาลิเปอร์ในการวัดและกำหนดขนาดเพื่อออกแบบให้ได้ขนาดใกล้เคียงกับชุดติดตั้งดั้งเดิมมากที่สุด

### 3.3.3 การแก้ไขปัญหา Linear drive ขำรดด้วยการเปลี่ยนมาใช้งานด้วยกระบอกลม

กระบวนการเปลี่ยนมาใช้กระบอกลมนั้นมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

#### 1) ออกแบบ Flow chart การทำงาน

การทำงานแบบจำลองตามการทำงานจริงของ Linear drive คือ เมื่อมีอาหารมาสัมผัสกับ Proximity sensor แล้วส่งไปยังชุดควบคุมเพื่อให้ลินของ Drum feeder เปิด จะได้ Flow chart ดังรูปที่ 3.22

#### 2) ออกแบบระบบจำลองการทำงาน

เนื่องด้วยไม่สามารถนำไปติดตั้งกับ Bucket chain หรือนำอาหารสัตว์เลี้ยงมาทดลอง จึงได้จัดทำในรูปแบบของแบบจำลองการทำงานของระบบนิวเมติกดังรูปที่ 3.23 กับระบบควบคุมดังรูปที่ 3.24 จากอุปกรณ์ในการทดลองมีอยู่อย่างจำกัด พร้อมรูปแบบการติดตั้งดังรูปที่

#### 3) อุปกรณ์สำหรับระบบนิวเมติก

Air service unit [11], [15]

อุปกรณ์ปรับปรุงคุณภาพลม ประกอบไปด้วย ชุดอุปกรณ์สำหรับรองฝุ่นผง น้ำ (Filter) ชุดอุปกรณ์ในการควบคุมแรงดันลม (Regulator) และชุดอุปกรณ์ที่ช่วยในการหล่อลื่น (Lubricator)



รูปที่ 3.9 Air service unit [15]

วาล์วควบคุมทิศทางการไหล [11], [16]

มีหน้าที่เลือกทิศทางการไหลของลมอัดให้อัดลมให้มีทิศทางตามที่ต้องการ เพื่อให้

กระบอกลมทำงานและเคลื่อนที่ตามที่กำหนด ใช้หลักการปิดเปิดจากลมอัด ซึ่งชนิดที่นำมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นแบบ 5/2 ดังรูปที่ 3.10 ที่มี 5 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง ทำงานโดยท่อลมอัดเข้าที่หนึ่ง ลมระบายออกอีกที่หนึ่ง ส่วนอีกถูกลปิดวาล์วไว้ ใช้การตั้งด้วยแรงกล้ำมเนื้อในการเลื่อน สปริงดันให้อยู่ในตำแหน่งปกติ และแม่เหล็กไฟฟ้าในการเปิดลม ยี่ห้อ Festo รุ่น MFH G 1/8 5/2 ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.10 สัญลักษณ์วาล์วสัญลักษณ์ 5/2 [15]



รูปที่ 3.11 ยี่ห้อ Festo รุ่น MFH G 1/8 5/2 [16]

กระบอกลม (Air cylinder) [11], [17]

เป็นกระบอกสูบที่หน้าที่จะเปลี่ยนพลังงานลมอัดเป็นพลังงานกล ลักษณะการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง โดยกระบอกลมยี่ห้อ Festo รุ่น DSNU-20-50-PPV-A มีคุณสมบัติ ดังนี้

ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติของกระบอกลมยี่ห้อ Festo รุ่น DSNU-20-50-PPV-A [17]

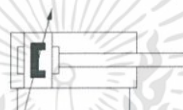
คุณสมบัติ	ค่าการทำงาน
Stroke	50 mm
Piston diameter	20 mm
Cushioning	PPV: Pneumatic cushioning adjustable at both ends
Variants	Single-ended piston rod
Operating pressure	1 - 10 Bar
Mode of operation	double-acting
Ambient temperature	-20 - 80 °C
Impact energy in end positions	0.2 J
Cushioning length	15 mm
Theoretical force at 6 Bar, return stroke	158.3 N

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติ	ค่าการทำงาน
Theoretical force at 6 bar, advance stroke	188.5 N
Moving mass with 0 mm stroke	44 g
Additional weight per 10 mm stroke	7.2 g
Basic weight for 0 mm stroke	186.8 g
Additional mass factor per 10 mm of stroke	4 g
Material cover	Wrought Aluminium alloy neutral anodization
Material seals	NBR TPE-U(PU)
Material piston rod	TPE-U(PU) Material piston rod High alloy steel, non-corrosive
Material cylinder barrel	TPE-U(PU) Material piston rod High alloy steel, non-corrosive

ลักษณะกระบอกลมสองทางมีที่กั้นกระแทกทั้งสองด้าน และสามารถปรับความเร็วได้



รูปที่ 3.12 สัญลักษณ์กระบอกลม [15]



รูปที่ 3.13 กระบอกลมยี่ห้อ Festo รุ่น DSNU-20-50-PPV-A สายลม [18]

เป็นท่อสำหรับลำเลียงลมในระบบนิวเมติก ทำมาจาก Polyurethane (PU) โดยขนาดสายลมที่นำมาใช้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 mm



รูปที่ 3.14 สายลมยี่ห้อ Festo ขนาด 8 mm [18]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา แล ้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

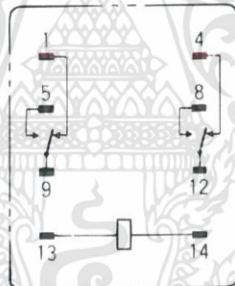
#### 4) อุปกรณ์สำหรับชุดควบคุม

##### Relay [19]

เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่ตัดต่อวงจรคล้ายกับสวิตช์ โดยใช้หลักการหน้าสัมผัส และการที่จะให้มันทำงานก็ต้องจ่ายไฟให้มันตามที่กำหนด และแมกเนติกคอนแทกเตอร์ (Magnetic Contactor) เป็นอุปกรณ์ที่อาศัยการทำงานโดยอำนาจแม่เหล็กในการเปิดปิดหน้าสัมผัสในการควบคุมวงจรมอเตอร์หรือเรียกว่าสวิตช์แม่เหล็ก โดยชนิดที่นำมาใช้เป็นชนิด 2 คอนแทค ยี่ห้อ OMRON รุ่น MY2N



รูปที่ 3.15 Relay ยี่ห้อ OMRON รุ่น MY2N [19]



รูปที่ 3.16 ลักษณะวงจรของ Relay [19]

##### Power supply [20]

เป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญอย่างมากต่ออุปกรณ์เกือบทุกตัวในระบบคอมพิวเตอร์ ซัพพลายของคอมพิวเตอร์นั้นมีลักษณะการทำงาน คือทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าจาก 220 โวลต์ เป็น 3.3 โวลต์, 5 โวลต์, 12 โวลต์และ 24 โวลต์ ตามแต่ความต้องการของอุปกรณ์นั้น ๆ โดยชนิดของพาวเวอร์ซัพพลาย โดยนำยี่ห้อ Primus รุ่น pm-024s-5



รูปที่ 3.17 Power supply ยี่ห้อ Primus รุ่น pm-024s-5 [20]

Level sensor [10]

เป็นเครื่องมือสำหรับการวัดระดับ ด้วยความต้องการรับรู้ถึงระดับของของแข็งหรือของเหลว เพียงตำแหน่งหรือจุดที่กำหนดไว้เท่านั้น โดยไม่คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงของระดับที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงในช่วงอื่น ๆ โดยใช้ยี่ห้อ Soliphant รุ่น T FTM22



รูปที่ 3.18 Level sensor ยี่ห้อ Soliphant รุ่น T FTM22 [21]

Selector switch [10]

เป็นสวิตช์ที่ต้องหมุนก้านสวิตช์ไปโดยรอบเป็นวงกลม สามารถเลือกตำแหน่งการตัดต่อได้หลายตำแหน่ง มีหน้าสัมผัสสวิตช์ให้เลือกต่อมากหลายตำแหน่ง เช่น 2, 3, 4 หรือ 5 ตำแหน่ง ใช้งานอย่างแพร่หลาย ทั้งในงาน การควบคุม มอเตอร์ การควบคุมตู้คอนโทรลงานที่ควบคุมทางไฟฟ้าที่ต้องการความปลอดภัยร่วม โดยในการดำเนินการนี้ใช้ในการปรับสวิตช์ 2 ตำแหน่ง เพื่อเลือกการทำงานเป็นระบบอัตโนมัติและควบคุมด้วยมือ (Manual)

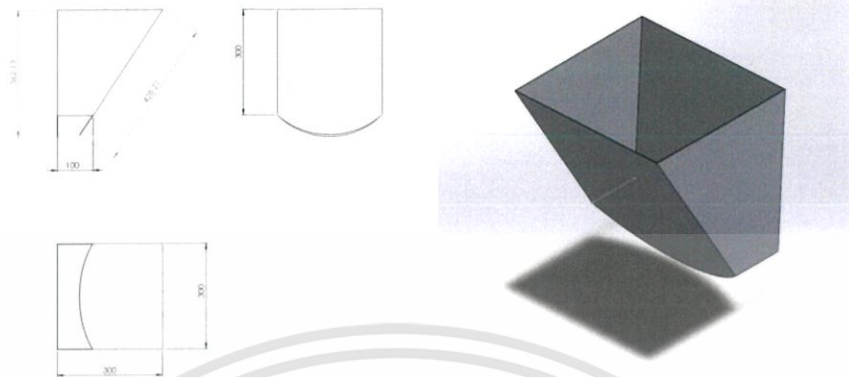


รูปที่ 3.19 Selector switch [10]

5) Hopper

สำหรับภาชนะในการบรรจุอาหารสัตว์เลี้ยง โดยกำหนด Hopper เป็นอุปกรณ์แทน Drum feeder ที่รับอาหารแล้วเทลงสู่ลูกกะพ้อ โดยขนาดตามพื้นที่ในการทำแบบจำลอง ดัง

รูปที่ใช้สแตนเลสหนา 2 mm สำหรับการประกอบชิ้นงาน ด้วยวิธีการเชื่อมอาร์กอน ซึ่งเหมาะสมกับการเชื่อมสแตนเลสและโลหะที่มีความหนาไม่มาก



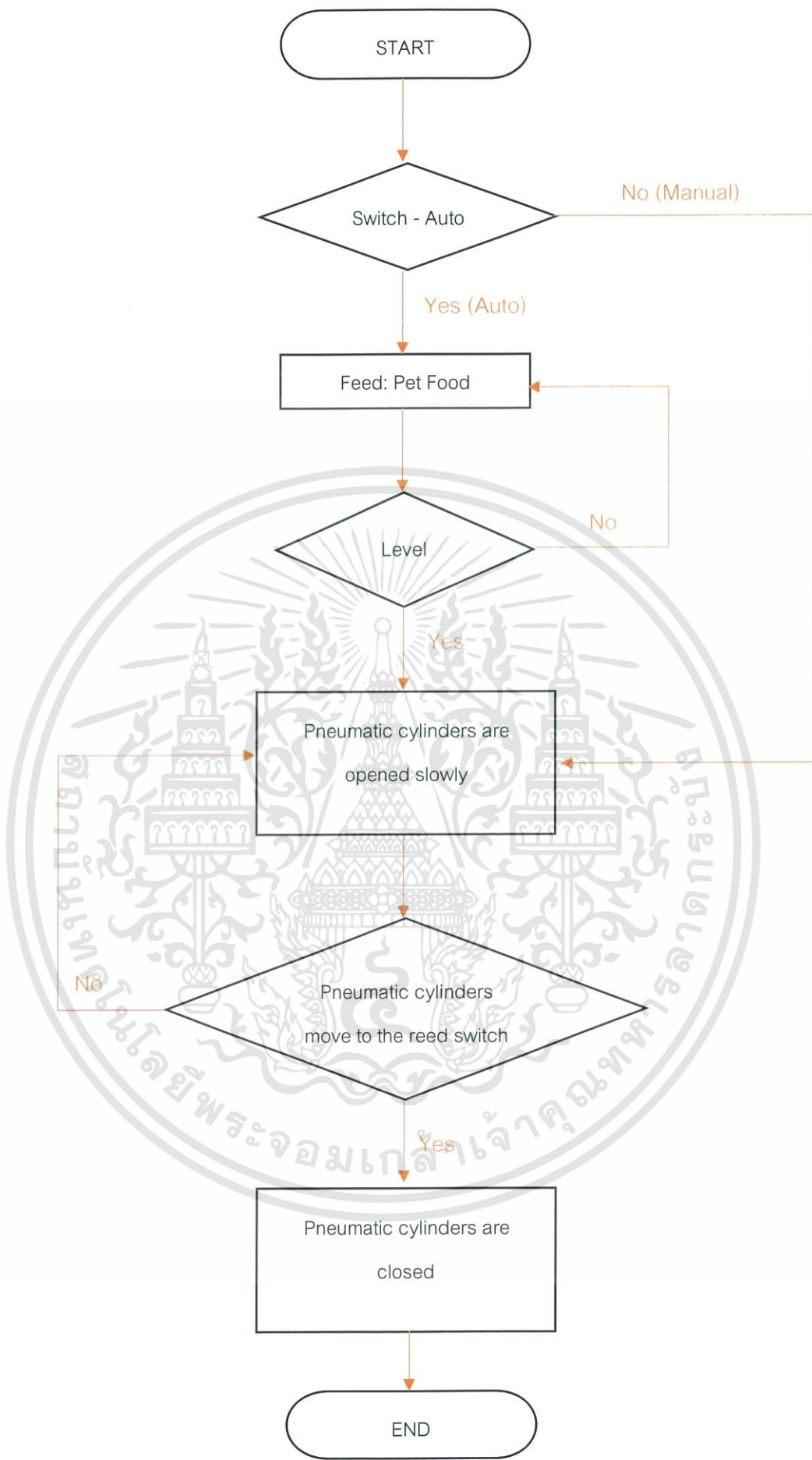
รูปที่ 3.20 แบบ Hopper สำหรับโมเดล

#### 6) ประกอบชิ้นงาน

ดำเนินการนำอุปกรณ์ต่าง ๆ มาประกอบกันเป็นโมเดล

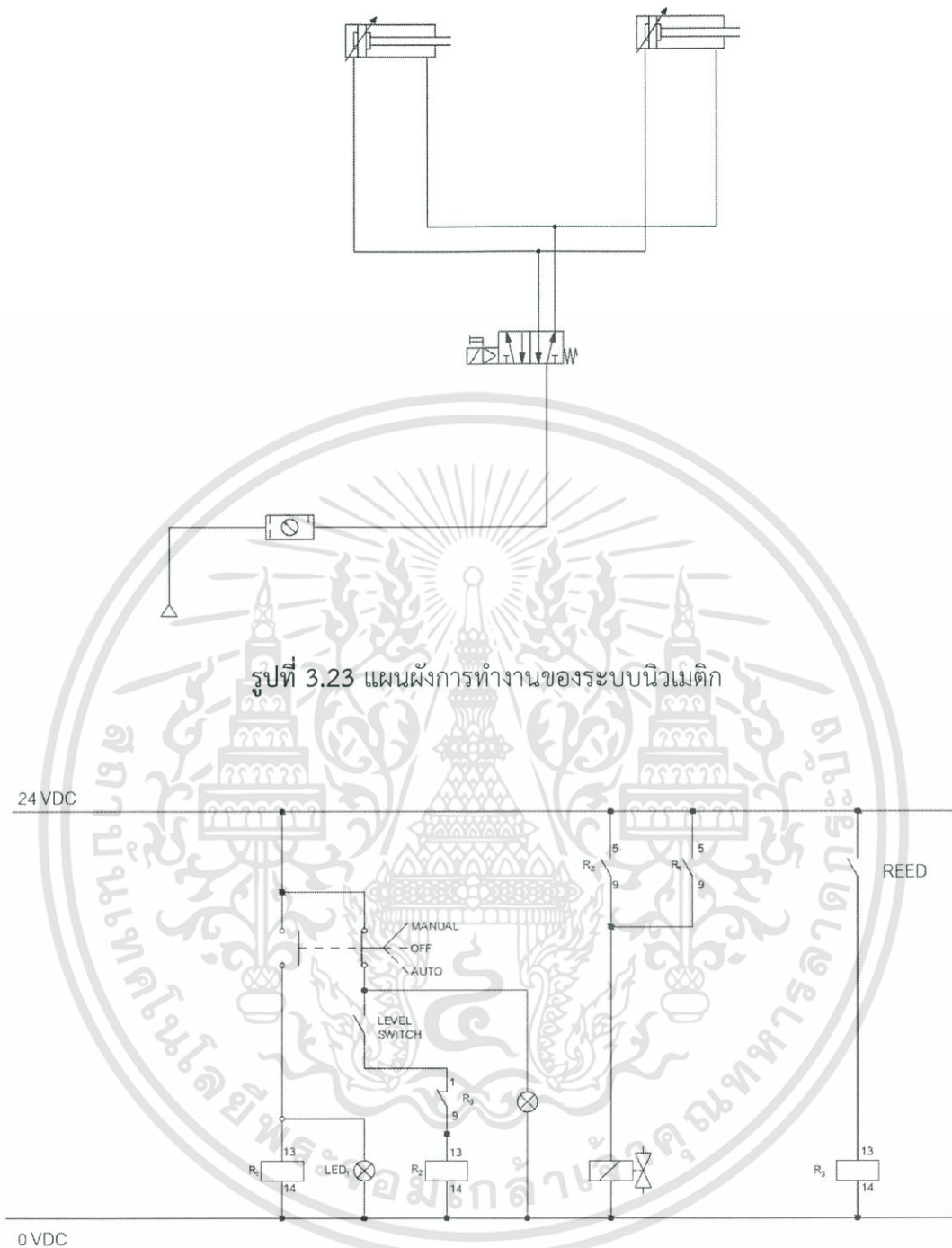


รูปที่ 3.21 ประกอบชิ้นงาน



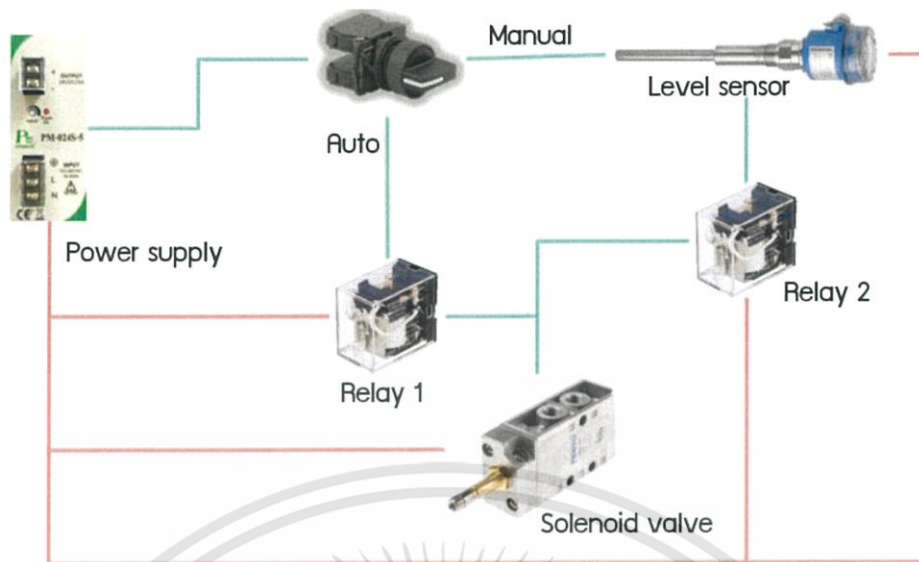
รูปที่ 3.22 Flow chart การทำงานของแบบจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

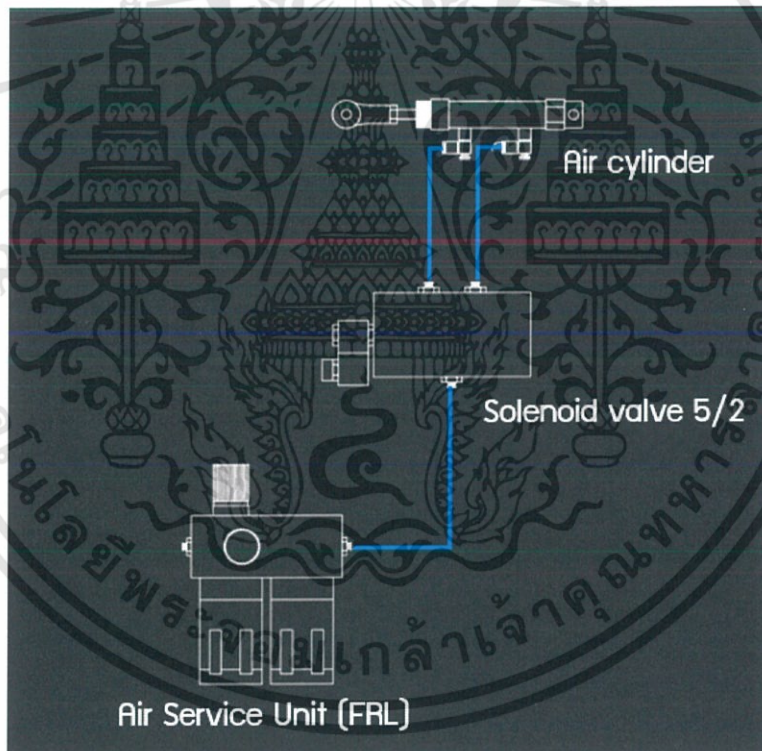


รูปที่ 3.23 แผนผังการทำงานของระบบนิวเมติก

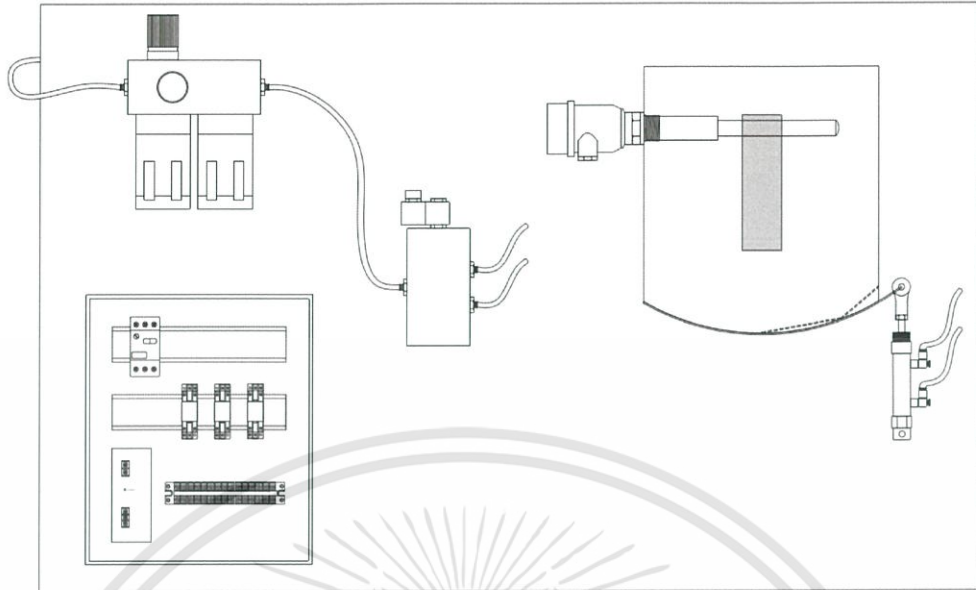
รูปที่ 3.24 ผังวงจรไฟฟ้าในการควบคุมแบบจำลอง



รูปที่ 3.25 ลักษณะการต่อวงจรไฟฟ้า



รูปที่ 3.26 ลักษณะการต่อสายลมของระบบนิวเมติก



รูปที่ 3.27 แบบติดตั้งแบบจำลองการทำงาน

7) ติดต่อผู้รับเหมาเพื่อเสนอราคาและวางแผนการติดตั้ง

โดยเป็นขั้นตอนภายในบริษัทเมื่อต้องการปรับปรุง ซ่อมแซม พัฒนา หรือจัดซื้อ จัดจ้างในบริษัท โดยงานจำเป็นต้องให้ผู้รับเหมาภายนอกเข้ามาดำเนินการ โดยได้ใบเสนอราคาดังรูปที่ 3.28

**CKD** บริษัท ซีเคดี ไทย คอร์ปอเรชั่น จำกัด  
CKD Thai Corporation Ltd. Page 1/1  
๒๕ ศาลาแดง 30๓ หมู่ที่ 16 แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10๓๐๐  
Tel. 026-7136111 Fax. 026-7136112 Email. ckd@ckdthai.com URL. www.ckdthai.com

**ใบเสนอราคา Revision#3**  
QUOTATION

รหัสนี้: SQ300102 วันที่: 28 September 2018  
Customer Code: PET FOCUS CO LTD ใบเสนอราคาเลขที่: S11800813  
Customer Name: Contact person: Tel: Fax: E-mail: kornchai@hotmail.com

ส่งมอบให้: CC: Mr. Asut Khunpaed (086-4078624) 55๕๕ ๕๕ (15/8811) www.ckdthai.com

หมายเหตุ: ขอสงวนสิทธิ์ในได้ดำเนินการไว้รับงานในเครือ CKD และมีความรับผิดชอบเฉพาะกรณีหากลูกค้ามีข้อสงสัย

รายการที่ Item No.	จำนวน Description	ประเภท Delivery	ราคา Qty	หน่วย Unit	ราคาต่อ Unit Price	รวมเงิน Amount	
1	AKR CYLINDER CMW-CC-32-70-T04-F-PHYB2	WHC	2	pcs	4,141.00	8,282.00	
2	SPEED CONTROLLER SCW-6-FP1	WHC	4	pcs	390.00	1,572.00	
3	SOLENOID VALVE 4F330-08-DC24V	THQ7	1	pcs	5,281.00	5,281.00	
4	SILENCER SW-6A	WHC	2	pcs	131.00	262.00	
5	JOINT OWL-6-FP1	WHC	5	pcs	80.00	400.00	
6	F/R UNIT W1000-S-WPHE2W	WHC	1	pcs	2,319.00	2,319.00	
7	JOINT OWTS-6-FP1	WHC	2	pcs	99.00	198.00	
รวมทั้งสิ้นค่าเงินรวมก่อนภาษีมูลค่าเพิ่มและค่าขนส่ง						TOTAL	18,314.00
Payment Terms : 30 วันนับจากวันที่สั่งซื้อ						NET PRICE	18,314.00
Valid only if purchased before : 25-Oct-18						SUB TOTAL	18,314.00
Delivery : ST * 5 วันทำการ (ยกเว้น 2,3,5,7,11,14,21,28,30,31,48,80) WHC * 5 วันทำการ (ยกเว้น 2,3,5,7,11,14,21,28,30,31,48,80) THC * 5 วันทำการ (ยกเว้น 2,3,5,7,11,14,21,28,30,31,48,80) WHC * 5 วันทำการ (ยกเว้น 2,3,5,7,11,14,21,28,30,31,48,80) OV... * 5 วันทำการ (ยกเว้น 2,3,5,7,11,14,21,28,30,31,48,80) CONF * 5 วันทำการ (ยกเว้น 2,3,5,7,11,14,21,28,30,31,48,80) * Case Linked Order Can Be Negotiated *						VAT 7%	1,281.98
- กรุณาเขียนชื่อโครงการและชื่อในเอกสารกำกับ - กรุณาเขียนชื่อและ Model ในใบเสนอราคา						GRAND TOTAL	19,595.98
Remark: T3 PROJECT: ผลิตถังขยะอัจฉริยะ						Customer: CKD Thai Corporation Ltd	Quoted by: Authorized by:

รูปที่ 3.28 ใบเสนอราคาการติดตั้งกระบอกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา แลร้ออ้งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 8) ประเมินความคุ้มค่า

เป็นการนำข้อมูลระหว่างระบบเดิมและระบบนิวเมติกทั้งราคา คุณสมบัติ และฟังก์ชันการทำงานเพื่อเลือกรูปแบบที่เหมาะสมที่สุดในการนำไปใช้งาน อีกทั้งประเมินความเสียหายเมื่อเทียบกับครั้งที่เกิดการ Break down โดยการนำมูลค่าในการผลิตมาใช้ในการคำนวณ ดังนี้

8.1) มูลค่าในการผลิต คิดเป็น 12,500 บาท/ตัน

8.2) กำไรคิดเป็น 2% จากกำลังในการการผลิต

8.3) กำลังในการผลิตคำนวณที่ 3 ตัน/ชั่วโมง

### 3.3.4 การออกแบบแผ่นประคองลูกกะพ้อ

สำหรับการออกแบบมีขั้นตอน ดังนี้

#### 1) การเลือกวัสดุ

เนื่องจากการลำเลียงอาหารของ Bucket chain ส่วนของลูกกะพ้อจะต้องสัมผัสอาหาร วัสดุที่เลือกใช้จึงจำเป็นต้องสัมผัสอาหารได้ ตามมาตรฐาน GMP และมีความแข็งแรงน้อยกว่าลูกกะพ้อเพื่อป้องกันไม่ให้ลูกกะพ้อเสียหายจึงเลือกใช้ วัสดุที่ทำจาก Superlean ชนิดแผ่น

#### 2) ภาระแรงที่ได้รับ

แรงที่แผ่นประคองได้รับ จากการเคลื่อนที่ของลูกกะพ้อมากระทบ โดยเคลื่อนที่เป็นวงกลมตามลักษณะของ sprocket เปรียบเทียบกับ Tensile strength ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสูตรคำนวณ ดังนี้

$$F = \frac{mv^2}{R} \quad (3.1)$$

และ คำนวณความเค้นจากสูตร

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (3.2)$$

#### 3) กำหนดขนาดและการติดตั้ง

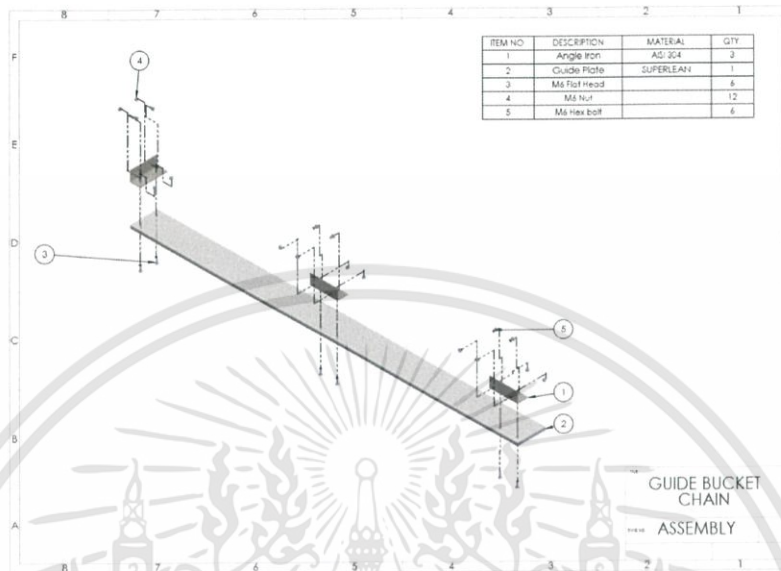
การออกแบบขนาดแผ่นประคอง ให้ชนกับขอบลูกกะพ้อได้พอดี สามารถติดตั้งในพื้นที่ ๆ สัมผัสกับอาหารสัตว์เลี้ยงน้อยที่สุด จากการวัดที่ Bucket chain ด้วยตลับเมตร ดังรูปที่



รูปที่ 3.29 การวัดความยาวของพื้นที่สำหรับออกแบบแผ่นประคอง

4) ติดต่อผู้รับเหมาเพื่อเสนอราคาและวางแผนการติดตั้ง

เป็นขั้นตอนภายในบริษัทเมื่อต้องการปรับปรุง ซ่อมแซม พัฒนา หรือจัดซื้อ จัดจ้างในบริษัท โดยบางงานจำเป็นต้องให้ผู้รับเหมาภายนอกเข้ามาดำเนินการ โดยการเสนอแบบดังรูปที่ 3.31



รูปที่ 3.30 แบบติดตั้งแผ่น

NP SPECIAL COMPANY LIMITED  
บริษัท เนปส์เปเชียล จำกัด  
56/330-4 Phrasarak Rd., Phrasarak Mueang, Bangkok 10200  
56/330-4 ถนนพราเสารัก ม. พราเสารัก อ. เมืองกรุงเทพมหานคร 10200  
Telephone: 0 2387 6430 Fax: 0 2 387 6430  
E-mail: np.special@np-special.com

**Quotation**

Attention: คุณอภิสิทธิ์  
Company: บริษัท เนปส์เปเชียล จำกัด  
299 ม. 1 ต. คลองจิก อ. คลองจิก จ. นครปฐม สุขาภิบาล  
Telephone: 0 2387 6430  
E-mail: np.special@np-special.com

Date: 03/06/2561  
Quotation No.: NP1568012  
Credit Term: Credit 10 Day  
Price Validity: 30 Day  
Lead Time: 15 Day  
Sales Rep's: คุณอภิสิทธิ์  
Sales Rep's Contact: 092 323 5411

Item	Mat. No.	Description	QTY	Unit	Unit Price	Amount	
1	P20	Guide Pin ชุด Guide Pin หัว 1 Head 2 ชิ้น 1# ชนิดพิเศษ ชนิด (1. Last Dip) (ขนาด) ขนาด (Outer 51.7*104)	1	ชุด	4,300.00	22,300.00	
Remark:						Amount	22,300.00
						VAT 7%	1,571.00
						Total	24,871.00

NP SPECIAL COMPANY LIMITED

Customer Signature \_\_\_\_\_  
Authorized Signature \_\_\_\_\_

รูปที่ 3.31 ใบเสนอราคาการติดตั้งแผ่นประคองโซ่กะพ้อ

5) ประเมินความคุ้มค่า

เนื่องจากการประกอบกิจการในระบบอุตสาหกรรม สิ่งสำคัญที่ขาดไม่ได้คือ กำไร ในทุกการลงทุน จึงต้องพิจารณาความสำคัญของผลประโยชน์และผลกำไร โดยการสามารถคำนวณได้จากการเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำค่าความสูญเสียที่เกิดจากการ Break down และค่าใช้จ่ายในการทำแนวประคอง มาเปรียบเทียบกับกับผลกำไร โดยการนำมูลค่าในการผลิตมาใช้ในการคำนวณ ดังนี้

- 5.1) มูลค่าในการผลิต คิดเป็น 12,500 บาท/ตัน
- 5.2) กำไรคิดเป็น 2% จากกำลังในการการผลิต
- 5.3) กำลังในการผลิตคำนวณที่ 3 ตัน/ชั่วโมง



## บทที่ 4

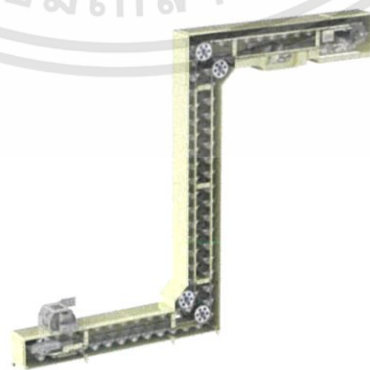
### อภิปราย ผลการดำเนินงาน

#### 4.1 ข้อมูลทั่วไปของโซ่กะพ้อ (Bucket chain)

กระบวนการผลิตอาหารสัตว์เลี้ยงของบริษัท เพ็ท โฟกัส จำกัด มีกะพ้อสำเลียงชนิดโซ่หรือ Bucket chain ยี่ห้อ SIMATEK โดยมีทั้งหมด 14 เครื่อง แบ่งเป็นชนิดแนวตั้ง และแนวนอน มีรุ่น 33E, 110E และ 200E โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.1

#### ตารางที่ 4.1 ข้อมูลทั่วไปของโซ่กะพ้อ

ลำดับ	Model	กำลังมอเตอร์ (kW)	ความเร็วรอบมอเตอร์ (rpm)	ความเร็วรอบเกียร์ (rpm)	กำลังการผลิต (ton/hr)	จำนวนลูกกะพ้อ	ความเร็วของลูกกะพ้อ (m/s)
1	Construction A (แนวตั้ง) รุ่น 33E	0.55	1360	13	2	272	11.7
2	Construction A (แนวตั้ง) รุ่น 33E	0.55	1360	13	2	330	11.7
3	Construction A (แนวตั้ง) รุ่น 200E	1.5	1461	8.4	5	209	10.1
4	Construction A (แนวตั้ง) รุ่น 200E	1.5	1461	8.4	5	214	10.1
5	Construction A (แนวตั้ง) รุ่น 200E	1.5	1461	8.4	5	223	10.1
6	Construction A (แนวตั้ง) รุ่น 200E	1.5	1461	8.4	5	228	10.1
7	Construction A (แนวตั้ง) รุ่น 200E	1.5	1461	8.4	5	197	10.1
8	Construction A (แนวตั้ง) รุ่น 200E	2.2	1450	13	5	189	15.6
9	Construction H (แนวนอน) รุ่น 200E	0.75	1440	13	5	106	15.6
10	Construction H (แนวนอน) รุ่น 110E	0.55	1360	13	5	101	15.6
11	Construction H (แนวนอน) รุ่น 110E	0.55	1360	13	5	101	15.6
12	Construction H (แนวนอน) รุ่น 110E	0.55	1360	13	5	101	15.6
13	Construction H (แนวนอน) รุ่น 110E	0.55	1360	13	5	101	15.6
14	Construction H (แนวนอน) รุ่น 110E	0.55	1360	13	5	101	15.6

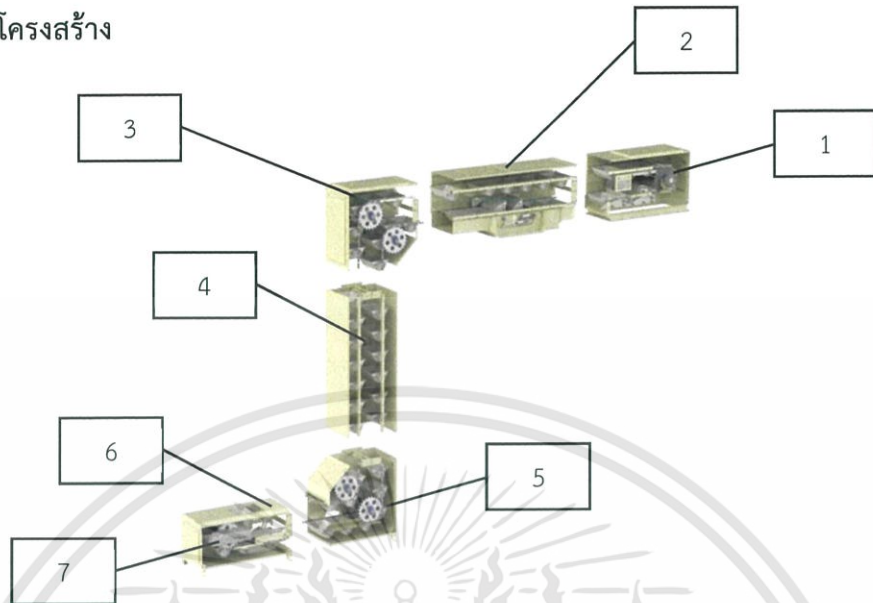


รูปที่ 4.1 โซ่กะพ้อ ยี่ห้อ SIMATEK [22]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 โครงสร้างและส่วนประกอบ

### 4.2.1 โครงสร้าง



รูปที่ 4.2 โครงสร้างของ Bucket chain ยี่ห้อ SIMATEK [22]

โดยส่วนโครงสร้างหลักอ้างอิงจากคู่มือการทำงาน Bucket chain ยี่ห้อ SIMATEK รุ่น 30E – 400E

1) ส่วนของตัวขับ (Drive Section): ประกอบด้วย มอเตอร์เกียร์แบบขดลวดตรงคู่ตรง Backstop แนวกันพื้นที่ว่าง พร้อมประตูตรวจสอบพร้อมกุญแจล็อกในหน้าจั่วและด้านบน

2) ส่วนช่องด้านบน (Upper Intermediate Section): ประกอบด้วยเหล็กด้านข้างมีแผ่นป้องกันเหล็กด้านบนและด้านล่าง สำหรับรุ่น 33E - 200E แผ่นด้านล่างแบบคงที่ ส่วนรุ่น 400E ด้านล่างมีลิ้นชัก ความยาวส่วน 2 เมตร

3) มุมด้านบน (Upper Corner): ประกอบด้วยประตูตรวจสอบพร้อมกุญแจล็อกในหน้าจั่วและด้านบน ล้อโซ่พร้อมตลับลูกปืน เพลาลูกเหล็กที่ยึดกับแบร์ริง

4) ส่วนแนวระดับแนวตั้ง (Vertical Intermediate Section): ด้านเหล็กยาว 2 เมตร พร้อมด้วยโครงเหล็กป้องกันและด้านหลัง

5) มุมล่าง (Lower Corner): ประกอบด้วยประตูตรวจสอบพร้อมกุญแจล็อกในหน้าจั่ว ลิ้นชักเก็บของด้านล่าง ห่วงโซ่กับแบร์ริง เพลาลูกเหล็กที่ยึดกับแบร์ริง

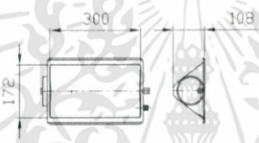

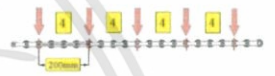
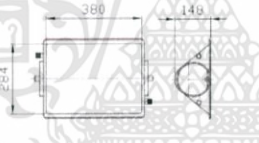


6) ช่องด้านล่าง (Lower Intermediate Section): ประกอบด้วยส่วนของช่องรับอากาศเข้ากับส่วนบน ตลอดความยาว ลิ้นชักเก็บของด้านล่าง และฐานระหว่างส่วนล่างทั้งหมดประกอบ

7) ส่วนดึงโซ่ (Tension Section): ประกอบด้วยเพลลาเหล็กยึดระหว่างตลับลูกปืนแบบวาง ระบบปรับแรงดึงของโซ่อัตโนมัตพร้อมล้อคณิรภัย ห่วงโซ่กับแบร็ง ลินชักเก็บของด้านล่าง และประตูตรวจสอบที่มีกุญแจล็อกในหน้าจั่ว

#### 4.2.2 ส่วนประกอบ

##### 1) ลูกกะพ้อ

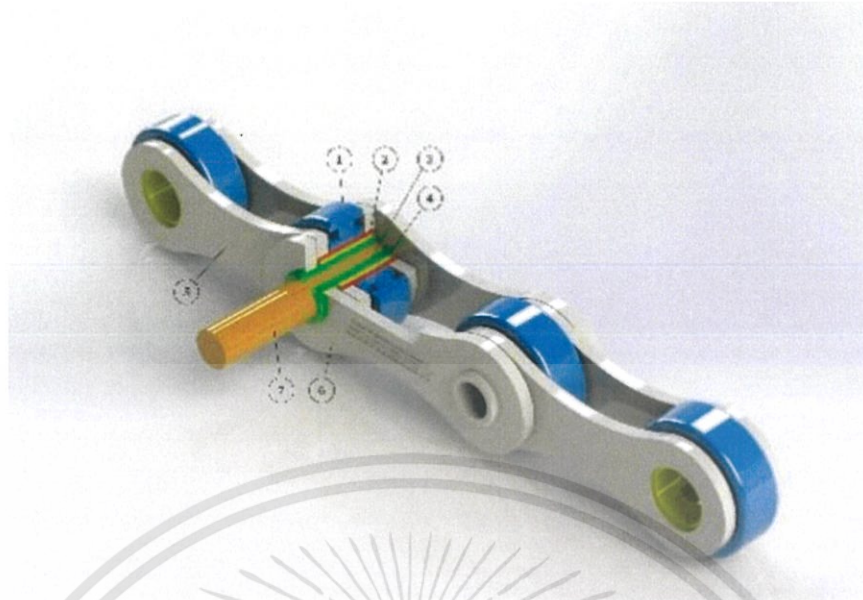
จากการศึกษาข้อมูลของลูกกะพ้อสามารถสรุปผลดังตารางที่ ตารางที่ 4.2 แสดงข้อมูลของลูกกะพ้อแต่ละรุ่น [ใส่เลขเอกสารอ้างอิง]

รุ่น	น้ำหนักลูกกะพ้อ/ลูก (kg)	ขนาดลูกกะพ้อ (mm)	ลักษณะและวัสดุที่ใช้ทำ	ตำแหน่งการติดตั้ง
33E	0.55		 Polypropylene PPC 4640	 ทุก ๆ 4 ข้อโซ่ หรือ 200 mm
110E	0.95		 Polypropylene PPC 4640	 ทุก ๆ 6 ข้อโซ่ หรือ 300 mm

##### 2) โซ่

ส่วนประกอบของโซ่

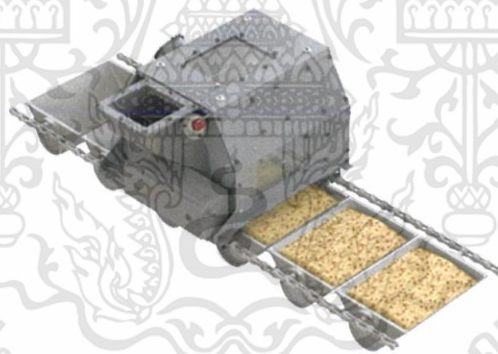
1. Roller
2. Bushing
3. Pin
4. igus® bushing for lubrication free chain
5. Inner plate
6. Outer plate
7. Suspension pin



รูปที่ 4.3 ส่วนประกอบของโซ่ Bucket chain [22]

#### 4.3 ลักษณะการทำงาน

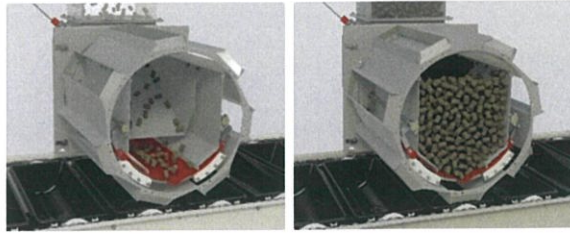
##### 4.3.1 การรับ ลำเลียง และเทวัตถุดิบ



รูปที่ 4.4 Drum Feeder [22]

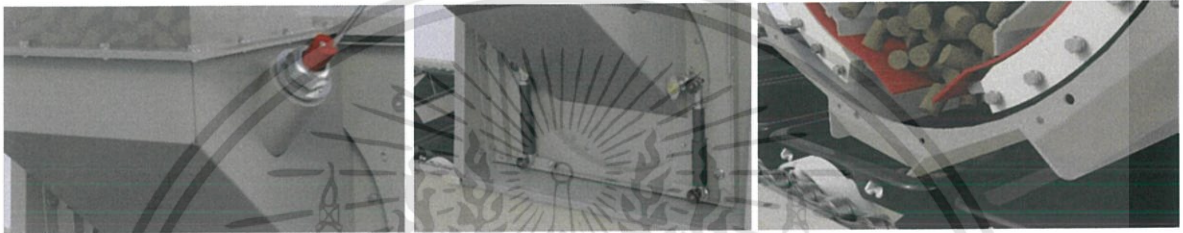
ในการรับวัตถุดิบของโซ่กะพ้ออาหารที่ผ่านกระบวนต่าง ๆ มาแล้วจะถูกลำเลียงเข้าสู่ส่วน Drum feeder ดังรูปที่ 4.4 ของโซ่กะพ้อโดยมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

- 1) รับวัตถุดิบเข้ามาภายใน Drum feeder ให้มีปริมาณรวมกันจนถึงระดับของ Proximity sensor (ชนิด Capacitive)



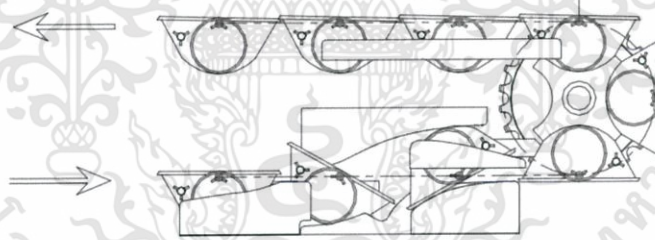
รูปที่ 4.5 รับวัตถุดิบเข้า Drum feeder [22]

2) เมื่อวัตถุดิบมีปริมาณจนถึงระดับที่ห่างจาก Proximity sensor 10 mm จะส่งสัญญาณไปยังชุดควบคุมเพื่อสั่งให้ Electric actuator ทำงานเพื่อเปิดลิ้นในระดับที่ตั้งค่าไว้ เพื่อเทวัตถุดิบลงสู่ลูกกะพ้อ



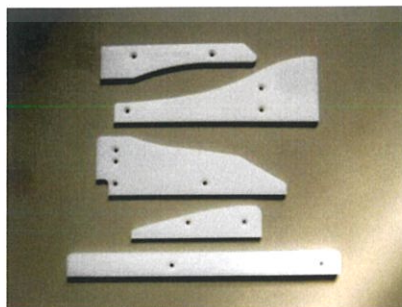
รูปที่ 4.6 Proximity sensor, Electric actuator และ การเปิดลิ้นของ Drum feeder [22]

3) เมื่อวัตถุดิบลงสู่ลูกกะพ้อ จะลำเลียงผ่านการส่งกำลังจากมอเตอร์ เพื่อหมุน Sprocket ขับเคลื่อนโซ่ให้เคลื่อนที่ไปยังส่วนต่าง ๆ ของ Bucket chain ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 การเคลื่อนที่ของลูกกะพ้อ [22]

4) เมื่อมาถึงบริเวณที่ต้องการเทอาหารสัตว์เลี้ยง ลูกกะพ้อจะเคลื่อนผ่านแนวประกอบ การเคลื่อนที่เพื่อให้ลูกกะพ้อหมุนตามแนวแล้วเทอาหาร

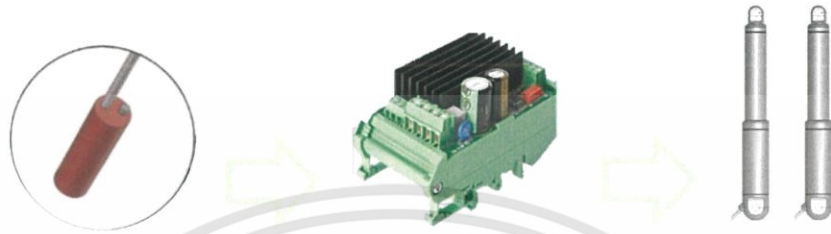


รูปที่ 4.8 แผ่นประกอบ การเคลื่อนที่ [22]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยนาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3.2 การทำงานของ Linear drive

เป็นระบบที่ใช้ประกอบการทำงานใน Drum feeder เพื่อเปิดเทออาหารสัตว์เลี้ยงลงสู่ลูกกะพ้อ โดยการรับสัญญาณจาก Proximity sensor ไปสั่งยังชุดควบคุม เพื่อแปลงสัญญาณเพื่อให้ Linear drive หมุนขึ้นเพื่อเปิดลิ้นเทออาหารสัตว์เลี้ยงใน Drum feeder



รูปที่ 4.9 ขั้นตอนการทำงานของ Linear drive [22]

#### 1) ฟร็อกซิมิตีเซ็นเซอร์

เซ็นเซอร์ที่นำมาใช้คือ ฟร็อกซิมิตีเซ็นเซอร์ชนิดเก็บประจุ บรรจุภายในเทอร์โมพลาสติกชนิดพอลิเอสเตอร์ จะทำหน้าที่ในการตรวจจับอาหารสัตว์เลี้ยง มีการตั้งระยะห่างในการทำงานที่ 10 mm ให้สัญญาณเอาต์พุตออกเป็น 24VAC/DC ดังรูปที่ 4.10 ไปยังชุดควบคุมเพื่อสั่งการทำงานของ Linear drive ต่อไป



รูปที่ 4.10 แสดงสัญญาณการทำงานตามช่วงเวลาของฟร็อกซิมิตีเซ็นเซอร์ [22]

#### 2) Linear drive

เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าใช้มอเตอร์ขับเคลื่อนที่ 24 VDC เพื่อให้หมุนมอเตอร์เกียร์เพื่อยึดหดของยาวของกระบอกร โดยในการทำงานของ Bucket chain ทำหน้าที่ในการรับสัญญาณจากชุดควบคุมเพื่อเปิดลิ้นของ Drum feeder ในการเทอาหารสัตว์เลี้ยงลงสู่ลูกกะพ้อ มีลักษณะรูปที่ มีอัตราทด 1:19 รับน้ำหนักมากที่สุด 60 kg และสามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิ -5 °C – 70 °C และค่าในการป้องกันฝุ่นและน้ำ IP66 ตรวจสอบระยะในการยกของ Linear drive ที่ระดับการเปิดต่าง ๆ วัดโดยการใช้เวอร์เนียรคาลิปเปอร์ดังข้อมูลตารางที่ 4.3



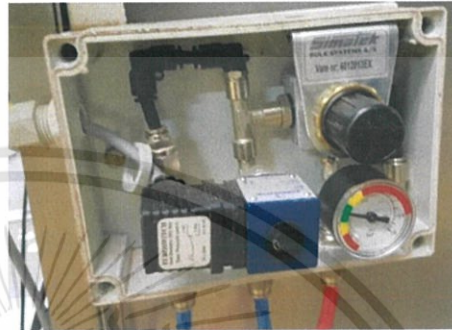
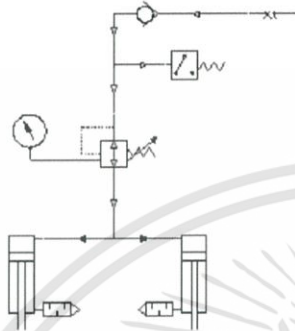
รูปที่ 4.11 Linear drive [22]

ตารางที่ 4.3 แสดงระยะยึดของ Linear drive ในแต่ละช่วง

Percent (%)	Level (mm)	Diff(mm)	Usage	
5	2.50			
10	5.00	2.50		
15	7.00	2.00	Small Size	Normal Working
20	9.70	2.70		
25	11.80	2.10	Big Size	Abnormal Working - Case open only one side
30	14.20	2.40		
35	16.60	2.40		
40	18.80	2.20		
45	21.55	2.75		
50	23.55	2.00		
55	26.10	2.55		
60	28.55	2.45		
65	30.70	2.15		
70	33.20	2.50		
75	35.20	2.00		
80	37.40	2.20		
85	40.00	2.60		
90	42.55	2.55		
95	45.00	2.45		
100	47.00	2.00	Force empty	

### 4.3.3 Auto adjust

เป็นระบบที่ช่วยในการตั้งโซ่อัตโนมัติ โดยการดัน Sprocket ทำงานโดยให้แรงดันลมเพื่อดันกระบอกลมด้วยแรงดันที่คงที่ กำหนดไว้ที่ 4 Bar เสมอ จากการวิเคราะห์พบว่า การทำงานนี้นั้นจะไม่สามารถบอกได้ว่าโซ่ตึงหรือหย่อน เพียงให้แรงที่คงที่ตลอดการทำงานของ Bucket chain



รูปที่ 4.12 สัญลักษณ์และอุปกรณ์ในการทำงาน


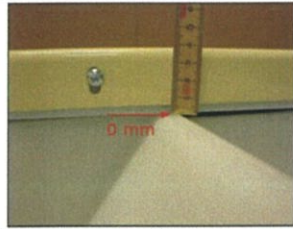
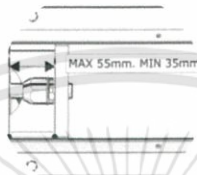
### 4.4 การบำรุงรักษา Bucket chain

จากการศึกษาและสังเกตการณ์บำรุงรักษาโซ่กะพ้อตามระยะเวลาสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.4 การตรวจสอบและบำรุงรักษา Bucket chain ตามระยะเวลา

รายการบำรุงรักษา	เครื่องมือ	มาตรฐาน	รอบการบำรุงรักษา
ขันแน่นนอตและสกรู	ประแจปอนด์	นอตขนาด M6 Class 8.8 ขันแน่นด้วยทอร์ก 10.5 Nm (7.7 ft lb.) นอตขนาด M8 Class 8.8 ขันแน่นด้วยทอร์ก 26 Nm (19 ft lb.)	ทุก 2 วัน
ตรวจสอบระยะห่างระหว่างลูกกะพ้อกับโครงสร้าง	ตลับเมตรหรือเวอร์เนียคาลิปเปอร์	ระยะจากลูกกะพ้อถึง Guide ด้านข้าง 3 – 4 มม. 	ทุก 2 วัน
	ตลับเมตรหรือเวอร์เนียคาลิปเปอร์	ขอบบนของลูกกะพ้อทุกลูกต้องอยู่ระนาบการเคลื่อนที่พอดี	ทุก 2 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

				
ตรวจสอบชุดตั้งโซ่ อัตโนมัติ	ตลับเมตรหรือ เวอร์เนียร์คาลิป เปอร์	ตรวจสอบระยะยึดของกระบอกกลมทั้ง 2 ข้างโดยยึดทั้งสองข้างกัน		ทุก 2 วัน
	ตลับเมตรหรือ เวอร์เนียร์คาลิป เปอร์		ระยะPlate ยึดกระบอกกลมอยู่ที่ 35 - 55 mm	ทุก 2 วัน
ตรวจสอบลูกกะพ้อ	การสังเกต	ตรวจสอบความเสียหายและสภาพของลูกกะพ้อ		ทุกสัปดาห์
ตรวจสอบค่าของ Control Unit	การสังเกต	ค่าของ Control Unit คงที่ และเปลี่ยนแปลงตามภาระที่กระทำ		ทุกสัปดาห์
ตรวจสอบความตึงของโซ่	การสังเกต	สังเกตความตึงของโซ่ทั้งสองข้าง		ทุกสัปดาห์
หล่อลื่นโซ่	สเปรย์หล่อลื่นโซ่ White Lithium Grease รุ่น LH10	ปริมาณ 1 กระป๋องต่อโซ่ 1 เส้น		ทุกเดือน
ตรวจน้ำมันเกียร์และ มอเตอร์	การสังเกต	สีและระดับน้ำมันเกียร์ ถ้าผิดปกติให้เปลี่ยนถ่าย		ทุก 4 เดือน
	การฟัง เครื่องมือวัด ความสั่น	เสียงขณะทำงานและการสั่นของมอเตอร์ขนาด 0.55, 0.75 1.5 และ 2.2 kW โดยค่าการสั่นทั้งในแนวตั้ง แนวนอน และแนวแกน ดังนี้ น้อยกว่า 0.71 mm/s หมายถึง ปกติ (ดีเยี่ยม) 0.71 – 1.80 mm/s หมายถึง ปกติ (ดี) 1.80 – 4.50 mm/s หมายถึง ผิดปกติ (ควรระวัง) มากกว่า 4.50 mm/s หมายถึง อันตราย (ค่าเกินช่วงที่ยอมรับได้)		ทุก 4 เดือน
	การสังเกต	ตรวจสอบการรั่วไหลและสภาพซีลด้วยการสังเกต		ทุก 4 เดือน
หล่อลื่นแบร์ริง	จารบี ยี่ห้อ Mobilux EP2 และเครื่องมือ สำหรับอัดจารบี	อัดประมาณ 2 Strokes หรือเต็มพอดิ		ทุกปี

#### 4.5 ปัญหาและผลการดำเนินการแก้ไข

##### 4.5.1 ผลการดำเนินการแก้ไขปัญหาโซ่หย่อนและตึงไม่เท่ากัน

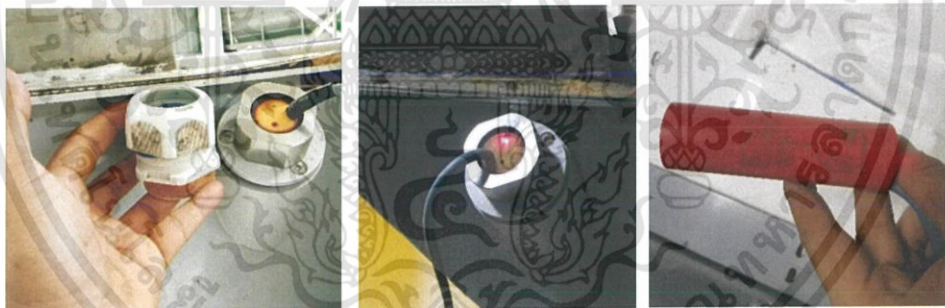
จากการดำเนินการปรับตั้งและตัดโซ่ ทำให้โซ่ทั้งสองข้างตึงทั้งคู่ตั้งรูปที่ และระยะยึดของกระบอกลมทั้งสองข้างเท่ากัน ส่งผลให้ปัญหา Break down จากการที่โซ่ตึงและหย่อนจนทำให้ลูกกะพ้อตกรั่วแล้วเสียหายลดลง



รูปที่ 4.13 โซ่ Bucket chain หลังจากการตัดโซ่และปรับตั้ง

##### 4.5.2 ผลการดำเนินการแก้ไขปัญหา Proximity sensor ชำรุด

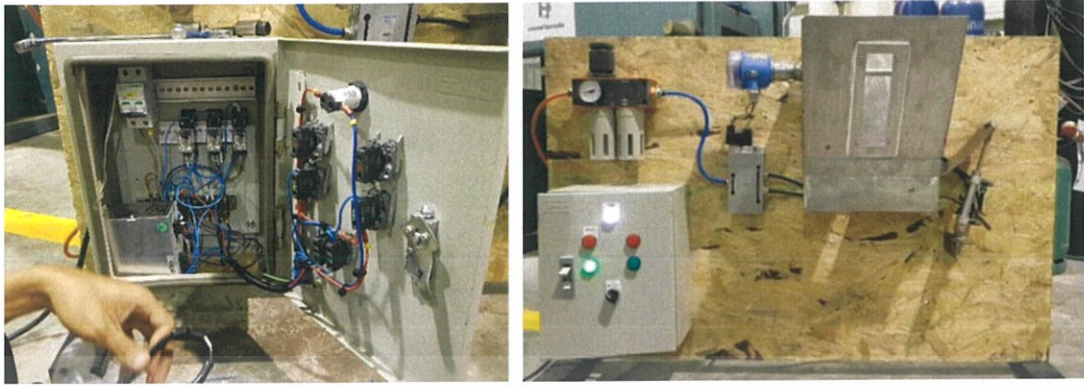
จากการดำเนินการเปลี่ยนตัวติดตั้ง Proximity sensor ด้วยวัสดุที่เป็นสแตนเลส สามารถใช้ในกระบวนการผลิตอาหารสัตว์เลี้ยงได้และลดความเสียหายที่เกิดตัวเซนเซอร์ได้ ดังรูปที่



รูปที่ 4.14 ตัวติดตั้ง Proximity sensor

##### 4.5.3 ผลการดำเนินการแก้ไขปัญหา Linear drive ชำรุด

จากการดำเนินการทำแบบจำลองระบบนิวเมติกมาใช้แทน Linear drive สามารถทำงานได้โดยเมื่อมีวัตถุมาสัมผัส Level sensor ส่งสัญญาณเพื่อให้ควบคุมการทำงานของ Solenoid valve เพื่อให้กระบอกลมเปิด จากการวิเคราะห์พบว่าด้วยกระบอกลมที่นำมาใช้เปิดสามารถ



รูปที่ 4.15 โมเดลกระบอกลม

เปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่าง Linear drive และ กระบอกลมได้ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่าง Linear drive และ กระบอกลม

Descriptions	Linear drive	Pneumatic cylinder
Model	con35	CMK2
Stroke	70 mm	70 mm
Actuation	Multilevel	Double acting
Maximum load	600 N	480 N
Speed	33 mm/s	50 - 500 mm/s
Temperature	-5 - 70 °C	-10 to 60 °C
IP	66	
Materials	Motor and actuator tube - Power coater steel Piston rod - Aluminum	Rod - Steel Piston - Alluminum alloy
Bore		32 mm
Price (Baht/Unit)	฿ 24,000.00	฿ 4,141.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถคำนวณความคุ้มค่าได้ดังนี้

จากข้อมูลปัญหา Break down ในรูปที่ 3.1

กรณีเทลงอาหารจาก Drum feeder มากเกินไป	คิดเป็น	5.08 ชั่วโมง
มูลค่าในการผลิต	คิดเป็น	12,500 บาท/ตัน
กำลังในการผลิตคำนวณที่ 3 ตัน/ชั่วโมง	คิดเป็น	37,500 บาท/ชั่วโมง
ค่าความเสียหายจากกรณี Break down 5.08 ชั่วโมง	คิดเป็น	190,500 บาท
ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งชุดกระบอบกลม	คิดเป็น	18,314 บาท
รวมมูลค่าที่สูญเสีย	คิดเป็น	208,814 บาท

ถ้าคิดเป็น 2% จากกำลังในการการผลิตที่ 37,500 บาท/ชั่วโมง

ผลิตติดต่อกันวันละ 24 ชั่วโมง 25 วันในเวลา 1 เดือน คิดเป็น 375,000 บาท

จะได้ระยะเวลาที่จะได้ทุนคืนจากการดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหา ภายใน 1 เดือน

#### 4.5.4 ผลการดำเนินการแก้ไขปัญหาลูกกะพ้อสายและชนแนวระคอง

จากการดำเนินงานติดแนวระคองลูกกะพ้อ ไม่พบปัญหาและการสายของลูกกะพ้ออีก ซึ่งสามารถลดความเสียหายที่เกิดจากกรณีนี้ 5.25 ชั่วโมง



รูปที่ 4.16 แผ่นระคองลูกกะพ้อหลักการติดตั้ง

สามารถคำนวณความคุ้มค่าได้ดังนี้

จากข้อมูลปัญหา Break down ในรูปที่ 3.1

กรณีลูกกะพ้อสาย	คิดเป็น	5.25 ชั่วโมง
มูลค่าในการผลิต	คิดเป็น	12,500 บาท/ตัน
กำลังในการผลิตคำนวณที่ 3 ตัน/ชั่วโมง	คิดเป็น	37,500 บาท/ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา แลหรืออ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความเสียหายจากกรณี Break down 5.25 ชั่วโมง	คิดเป็น	196,875 บาท
ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งชุดกระบอกลม	คิดเป็น	22,500 บาท
รวมมูลค่าที่สูญเสี	คิดเป็น	219,375 บาท

กำไรคิดเป็น 2% จากกำลังในการการผลิตที่ 37,500 บาท/ชั่วโมง  
ผลิตติดต่อกันวันละ 24 ชั่วโมง 25 วันในเวลา 1 เดือน      คิดเป็น      375,000 บาท

จะได้ระยะเวลาที่จะได้ทุนคืนจากการดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหา ภายใน 1 เดือน



## บทที่ 5

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการดำเนินการ

จากการศึกษาและปรับปรุงโซ่กะพ้อในกระบวนการผลิตอาหารสัตว์เลี้ยง สามารถสรุปผลการดำเนินงานได้ ดังนี้

1. การติดตั้ง Guide สำหรับประคองลูกกะพ้อ สามารถลดปัญหาการแกว่งของลูกกะพ้อและไม่เกิด Break down จากกรณีลูกกะพ้อสายอีก จึงสามารถลดปัญหา Break down 5.25 ชั่วโมง โดยคืนทุนจากการ Break down ภายใน 1 เดือน

2. การเปลี่ยนชุด Linear drive เป็นชุดกระบอกลมสามารถใช้งานได้ ด้วยการเปิดปิดเมื่อเซนเซอร์สัมผัสกับวัตถุ แต่ยังคงพัฒนาระบบเพื่อเพิ่มความแม่นยำ รองรับการทำงานและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้ดียิ่งขึ้น หากดำเนินการสามารถคืนทุนจากการ Break down ภายใน 1 เดือน และลดปัญหา Break down 5.08 ชั่วโมง

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นการสามารถช่วยลดปัญหา Break down ในกระบวนการผลิตได้ทั้งสิ้น 10.33 ชั่วโมง โดยต้นทุนในการดำเนินการเท่ากับ 40,814 บาท และสามารถคืนทุนได้ภายใน 1 เดือน

#### 5.2 ข้อเสนอแนะ

แผ่นประคองลูกกะพ้อ

1. ควรมีการเก็บข้อมูลเรื่องของอายุการใช้งานเพิ่มเติม

2. วัสดุที่ใช้ทำยังเกิดความเสียหายหลังจากที่ลูกกะพ้อกระทบ ควรหาวัสดุที่แข็งแรงพอ และไม่ทำให้ลูกกะพ้อเสียหาย

3. วิธีการติดตั้งควรปรับปรุงจากเดิมเป็นวิธีการยึดด้วยน็อต เป็นการยึดด้วยการทำร่องสล๊อต

การเปลี่ยนชุด Linear drive เป็นชุดกระบอกลม

1. ฟังก์ชันการทำงานควรปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นด้วยการนำระบบ PLC มาใช้ เพื่อออกคำสั่งในการทำงาน

2. ควรมีการเก็บข้อมูลเปรียบเทียบด้านอายุการใช้งานระหว่าง Linear drive กับชุดกระบอกลม

## เอกสารอ้างอิง

- [1] เครือเบทาโกร. [ออนไลน์].  
เข้าถึงได้จาก: <http://www.betagro.com/corporate/th/about#history>
- [2] บริษัท เพ็ท โฟกัส จำกัด. [ออนไลน์].  
เข้าถึงได้จาก: <http://www.dognjoy.com/en/>
- [3] อนุศักดิ์ ฉิ้นไพศาล. การบำรุงรักษา. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ด ยูเคชั่น.
- [4] รศ.ดร.ปานมนัส ศิริสมบุรณ์. (2559). วิศวกรรมการขนถ่ายวัสดุ เล่ม 1. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด มิน เซอร์วิส ซัพพลาย. หน้า 1-11
- [5] รศ.ดร.ปานมนัส ศิริสมบุรณ์. (2547). วิศวกรรมการขนถ่ายวัสดุ เล่ม 2. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด มิน เซอร์วิส ซัพพลาย. หน้า 233-267
- [6] ประเภทของพลาสติกซูเปอร์ลีน (superlene) คุณสมบัติและการนำไปใช้งาน. [ออนไลน์].  
เข้าถึงได้จาก: <http://www.soupvanclub.com/index.php?topic=297.0>
- [7] Properties of Polypropylene PPC 4640. [ออนไลน์].  
เข้าถึงได้จาก: <https://www.hmcpolymers.com/pp-properties>
- [8] Properties of Polypropylene PPC 4640. [ออนไลน์].  
เข้าถึงได้จาก: <http://www.totalrefiningchemicals.com>
- [9] Properties of Stainless steel 304. [ออนไลน์].  
เข้าถึงได้จาก: <http://www.atlassteels.com.au/documents>
- [10] GMP และ HACCP. [ออนไลน์].  
เข้าถึงได้จาก: <https://www.wtg.co.th/index.php/th/news/knowledge-insulated-sandwich-panel/197-gmp-haccp.html>
- [11] รศ.วิศรุต ศรีรัตนะ. 2551. เชนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ในงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ด ยูเคชั่น. หน้า 50-78
- [12] ผศ.ดร.ปานเพชร ชินินทร, ขวัญชัย สันทิพย์สมบุรณ์. 2531. นิเวศติกอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ด ยูเคชั่น. หน้า 78-282

- [13] AutoCAD. [ออนไลน์].  
เข้าถึงได้จาก: <https://www.autodesk.com/company>
- [14] Solidworks. [ออนไลน์].  
เข้าถึงได้จาก: <https://www.solidworks.com/products-and-solutions>
- [15] Pneumatic Equipment. [ออนไลน์].  
เข้าถึงได้จาก: [https://www.smc.eu/portal\\_ssl/webpages/01\\_products/engineering\\_tools/](https://www.smc.eu/portal_ssl/webpages/01_products/engineering_tools/)
- [16] Solenoid valve MFH G 1/8 5/2. [ออนไลน์].  
เข้าถึงได้จาก: [https://www.festo.com/cat/en-gb\\_gb/data/doc\\_engb/PDF/EN/TIGERCLASSI  
C\\_EN.PDF](https://www.festo.com/cat/en-gb_gb/data/doc_engb/PDF/EN/TIGERCLASSI<br/>C_EN.PDF)
- [17] Air Cylinder DSNU-20-50-PPV-A. [ออนไลน์].  
เข้าถึงได้จาก: [https://www.festo.com/cat/en-us\\_us/data/doc\\_enus/PDF/US/DSNU-ISO\\_E  
NUS.PDF](https://www.festo.com/cat/en-us_us/data/doc_enus/PDF/US/DSNU-ISO_E<br/>NUS.PDF)
- [18] Plastic tubing. [ออนไลน์].  
เข้าถึงได้จาก: [https://www.festo.com/cat/en-th\\_th/data/doc\\_engb/PDF/EN/OD-TUBING  
\\_EN.PDF](https://www.festo.com/cat/en-th_th/data/doc_engb/PDF/EN/OD-TUBING<br/>_EN.PDF)
- [19] OMRON MY2N. [ออนไลน์].  
เข้าถึงได้จาก: <https://www.ia.omron.com/product/item/7330/>
- [20] Power Supply Primus pm-024s-5. [ออนไลน์].  
เข้าถึงได้จาก: [https://www.primusthai.com/marketing/PM-024S-5%20SWITCHING%20PO  
WER%20SUPPLY.pdf](https://www.primusthai.com/marketing/PM-024S-5%20SWITCHING%20PO<br/>WER%20SUPPLY.pdf)
- [21] Level sensor Soliphant T FTM22. [ออนไลน์].  
เข้าถึงได้จาก: <http://www.merteh.lv/eh/pdf/TI389FEN.PDF>
- [22] Bucket chain SIMATEK. [ออนไลน์].  
เข้าถึงได้จาก: <https://www.simatek-bulk.dk/>