อภินันทนาการ

สำนักหอสมุด

เครื่องขอดเกล็ดปลา

FISH SCALING MACHINE

นายภูมินทร์ บุญราศรี รหัส 49361461

นายศรเพชร จูด้วง รหัส 49361942

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน 15 ส.ค. 2553
เลขทะเบียน 1 5033111
เลขเรียกหนังสือ ป
โว
1495
.T5
ว668ค
2552

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2552

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน เครื่องขอดเกล็ดปลา

ผู้ดำเนินโครงงาน นายภูมินทร์ บุญราศรี รหัส 49361461

นายศรเพชร จูด้วง รหัส 49361942

ที่ปรึกษาโครงงาน อ.กานต์ ลี่วัฒนายิ่งยง

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

ปีการศึกษา 2552

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(อ.กานต์ ลี่วัฒนายิ่งยง)

.....ที่ปรึกษาร่วมโครงงาน

(อ. ประเทือง โมรารายย)

.....กรรมการ

(รศ.ดร. กวิน สนธิเพิ่มพูน)

.....กรรมการ

(อ. ธนา บุญฤทธิ์)

.....กรรมการ

(อ. ศรีสัจจา บุญฤทธิ์)

.....กรรมการ

(อ. เสาวลักษณ์ ตองกลิ่น)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	เครื่องขอดเกล็ดปลา	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายภูมินทร์ บุญราศรี	รหัส 49361461
	นายศรเพชร จูด้วง	รหัส 49361942
ที่ปรึกษาโครงงาน	อ.กานต์ ลี่วัฒนายิ่งยง	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ	
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ	
ปีการศึกษา	2552	

.....

บทคัดย่อ

เครื่องขอดเกล็ดปลาที่สร้างขึ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องขอดเกล็ดปลาช่อน เป็นการช่วยลดระยะเวลาในการขอดเกล็ดปลาช่อนให้รวดเร็วมากขึ้น การทำงานสะดวกมากขึ้นและทำให้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคน จากที่ได้ทำการทดลองแล้วนั้น ประสิทธิภาพในการขอดเกล็ดปลาช่อนน้ำหนัก 10 กิโลกรัม มีขนาด 0.1 กิโลกรัม / ตัว ได้ประมาณ 85 % ที่ความเร็วรอบ 65 รอบ/นาที ในเวลา 5 นาที ซึ่งปลาแต่ละตัวจะมีการหลุดร่อนของเกล็ดปลาที่ 100 % โดยที่ไม่รวมส่วนหัวของปลา

Project title	Fish Scaling Machine		
Name	Mr. Phumin	Boonrasri	ID. 49361461
	Mr. Sornphet	Juduang	ID. 49361942
Project advisor	Mr. Kan	Leewattanayingyong	
Major	Industrial Engineering		
Department	Industrial Engineering		
Academic year	2009		

.....

Abstract

The Fish Scaling Machine is invented for the purpose to scale the snake-head fish in which it fastens time in scaling. Also, it functions more comfortable and brings more outputs when compared to man labor. After having tried out the Fish Scaling Machine, its capability in scaling the snake-head fish weighed 10 kilograms in total which each one's size is 0.1 kilogram s about 85% at 65 rpm within 5 minutes. Each fish has its scales removed at 100 % without including its head.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำโครงงานขอขอบพระคุณ อาจารย์กานต์ ลี่วัฒนายิ่งยง ที่ปรึกษาโครงงานเป็นอย่างยิ่ง ที่ให้ความช่วยเหลือและให้คำปรึกษา แนะนำวิธีการแก้ไขปัญหาต่างๆที่พบระหว่างการศึกษาและจัดทำโครงงาน รวมทั้งช่วยอำนวยทำความสะดวกในด้านเอกสารต่างๆที่จำเป็นในการจัดทำโครงงานจนโครงงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และรวมไปถึงการอบรมสั่งสอนในเรื่องที่เกี่ยวกับการทำงานและความรับผิดชอบ

คณะผู้จัดทำโครงงานขอขอบพระคุณ อาจารย์ประเทือง โมรารายที่ปรึกษาร่วมโครงงานเป็นอย่างยิ่ง ที่ให้ความช่วยเหลือและให้คำปรึกษา แนะนำวิธีการออกแบบการสร้างโครงงานรวมถึงวิธีการแก้ปัญหาระหว่างการทำงานจนโครงงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คณะผู้จัดทำโครงงานขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.กวิน สนธิเพิ่มพูน อาจารย์ธนา บุญฤทธิ์ อาจารย์ศรีสัจจา บุญฤทธิ์ อาจารย์เสาวลักษณ์ ตองกลิ่น อาจารย์วัฒนชัย เยาวรัตน์ คณะกรรมสอบโครงงานที่ให้คำแนะนำและวิธีการทำโครงงานที่ถูกต้องจนโครงงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คณะผู้จัดทำโครงงานขอขอบพระคุณ นางสมจิตร บุญราศรี ที่ให้คำแนะนำวิธีการขอดเกล็ดปลาด้วยมือและข้อมูลในการทำงานต่างๆ ในการทำงาน

คณะผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม
นายภูมินทร์ บุญราศรี
นายศรเพชร จูด้วง
มีนาคม 2553

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์.....ก

บทคัดย่อภาษาไทย.....ข

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ค

กิตติกรรมประกาศ.....ง

สารบัญ.....จ

สารบัญตาราง.....ซ

สารบัญรูป.....ฌ

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 หลักการและเหตุผล.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....1

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน(Output).....1

1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ(Outcome).....1

1.5 นิยามศัพท์.....2

1.6 ขอบเขตในการดำเนินงานวิจัย.....2

1.7 สถานที่ในการดำเนินงานวิจัย.....2

1.8 ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย.....2

1.9 ขั้นตอนและแผนการดำเนินการ(Gantt Chart).....3

1.10 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงการ.....3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี 4

2.1 ปลาช่อน.....4

2.2 ภาพตัดขวางของปลา.....5

2.3 หลักการทำงานเครื่องขอดเกล็ดปลาช่อนแบบถังนอน.....6

2.4 ระบบมอเตอร์.....7

2.5 เครื่องสูบน้ำ.....9

2.6 สายพาน.....10

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.7 ตลับลูกปืน.....11
2.8 เพลา.....15
2.9 พูลเลย์.....16
2.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two-Way ANOVA).....16

บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....20
3.1 ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล.....20
3.2 ออกแบบโครงสร้างการทำงานของเครื่องขอดเกล็ดปลา.....21
3.3 จัดหาวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ.....22
3.4 ทำการสร้างเครื่องขอดเกล็ดปลา.....22
3.5 ทดสอบ แก้ไขและประเมินผลหลังปรับปรุงเครื่องขอดเกล็ดปลา.....22
3.6 การทดสอบเชิงสถิติ.....23
3.7 สรุปผลการสร้างเครื่องขอดเกล็ดปลา.....24

บทที่ 4 ผลการดำเนินงานโครงงาน.....25
4.1 การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลเครื่องขอดเกล็ดปลา.....25
4.2 ทำการศึกษาโครงสร้างและออกแบบเครื่องขอดเกล็ดปลาช่อน.....25
4.3 จัดหาวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ.....30
4.4 การสร้างเครื่องขอดเกล็ดปลาช่อน.....30
4.5 ทำการทดสอบเชิงสถิติ.....31
4.6 การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์.....38
4.7 การทดสอบ แก้ไขและประเมินผลหลังปรับปรุงเครื่องขอดเกล็ดปลา.....40

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน.....41
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน.....41
5.2 ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการดำเนินงาน การประเมินผลหลังการปรับปรุง และการแก้ไข.....41
5.3 ข้อเสนอแนะ.....42

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

เอกสารอ้างอิง.....43

ภาคผนวก ก.....44

ภาคผนวก ข.....47

ภาคผนวก ค.....54

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินการ (Gantt Chart).....3

2.1 แสดงตัวอย่างการเลือกใช้มอเตอร์.....7

3.1 การออกแบบชุดทดสอบเครื่องขอดเกล็ดปลา.....24

4.1 การเปรียบเทียบเหล็กกล่องกับไม้.....25

4.2 การเปรียบเทียบเหล็กตะแกรงรูกลมกับสแตนเลส.....26

4.3 การเปรียบเทียบกับมอเตอร์สปลิตเฟสขนาด 1/3 1/4 แรงม้า.....27

4.4 การเปรียบเทียบเครื่องสูบน้ำแบบใบพัดกับเครื่องสูบน้ำแบบลูกสูบ.....27

4.5 การเปรียบเทียบถังน้ำมันแกนลอนกับถังน้ำพลาสติก.....28

4.6 ตารางการทดลอง.....31

4.7 ANOVA TWO WAY.....31

4.8 ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการสร้างเครื่องขอดเกล็ดปลา.....38

ก.1 ลักษณะสำคัญของเครื่องขอดเกล็ดปลา.....45

ข.1 ตารางการทดสอบข้อมูล.....51

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ภาพปลาช่อน....4

2.2 ภาพตัดขวางของปลา....5

2.3 หลักการทำงานของเครื่องขอดเกล็ดปลา....6

2.4 รูปร่างลักษณะของมอเตอร์สปลิตเฟส....8

2.5 แสดงส่วนต่างๆของ Ball Barring....11

2.6 ตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมร่องลึก....12

2.7 ตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุม....12

2.8 ตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุมประกอบเป็นคู่....13

2.9 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณ $S_{Y.X}>0$....17

4.1 โครงสร้างที่ใช้รองรับน้ำหนักของเครื่องขอดเกล็ดปลา....26

4.2 ส่วนตัวถังเครื่องขอดเกล็ดปลา....26

4.3 มอเตอร์สปลิตเฟส1/3 แรงม้า....27

4.4 เครื่องสูบน้ำแบบใบพัด....28

4.5 ถังน้ำมันแกนลอน....28

4.6 มอเตอร์ส่งกำลังผ่านสายพานมายังพูลเลย์ทดตัวที่ 1....29

4.7 พูลเลย์ทดรอบส่งกำลังผ่านสายพานไปตัวเครื่องขอดเกล็ดปลา....29

4.8 ท่อส่งน้ำขึ้นไปฉีดในถัง....29

4.9 ท่อที่ฉีดในถัง....30

4.10 ระบบไฟฟ้า แป้นไฟพลาสติก ตัวตั้งเวลา สวิตซ์ On-Off และไฟโชว์....30

4.11 รูปเครื่องสำเร็จ.... 30

4.12 กราฟที่เวลา 3 นาที....33

4.13 กราฟที่เวลา 4 นาที....33

4.14 กราฟที่เวลา 5 นาที....34

4.15 กราฟที่เวลา 6 นาที....34

4.16 กราฟที่ความเร็วรอบ 56 รอบ/นาที....35

4.17 กราฟที่ความเร็วรอบ 65 รอบ/นาที....35

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.18 กราฟที่ความเร็วรอบ 75 รอบ/นาที....36

4.19 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนปลา....36

4.20 ปลาที่ผ่านการทดลอง....37

4.21 ปลาที่ผ่านการทดลอง....37

4.22 กราฟแสดงจุดตัดของสมการจุดคุ้มทุนกรณี 2 ทางเลือก....39

ก. 1 ผังการทำงานของเครื่องขอดเกล็ดปลาช่อน....46

ค. 1 ชั้นวางของ....55

ค. 2 ประกอบถัง....56

ค. 3 โครงเหล็ก....57

ค. 4 ประกอบถังล่าง....58

ค. 5 ถังด้านล่าง....59

ค. 6 ถังขอดเกล็ดปลา....60

ค. 7 ตัวถังบน....61

ค. 8 เครื่องขอดเกล็ดปลา....62

ค. 9 ที่ป้องกันสายพานกับพูลเลย์.... 63

บทที่ 1
บทนำ

1.1 หลักการ และเหตุผล

ปลาช่อน เป็นปลาที่มีเกล็ด มีลำตัวที่ยาวและลักษณะค่อนข้างกลม การที่จะนำมาแปรรูปเป็นอาหารนั้นจำเป็นต้องมีการนำเกล็ดออก เพื่อความสะดวกในการรับประทาน ตัวอย่างอาหารที่แปรรูปมาจากปลาช่อน เช่น ปลาร้า เป็นต้น ซึ่งในการแปรรูปปลาช่อนจำนวนมาก ทำให้เสียค่าใช้จ่ายในด้านแรงงาน เวลา และค่าใช้จ่ายส่วนอื่นๆ ด้วยเหตุนี้ทางคณะผู้จัดทำโครงงานจึงจัดทำเครื่องขอดเกล็ดปลาช่อนขึ้นมาเพราะปลาช่อนมีลักษณะลำตัวค่อนข้างกลมง่ายต่อการขอดเกล็ดปลาด้วยเครื่องขอดเกล็ดปลา ซึ่งไม่เหมือนปลาเกล็ดอื่นๆที่มีลักษณะลำตัวแบน และเพื่อเป็นการช่วยลดระยะเวลาในการขอดเกล็ดปลาช่อนให้รวดเร็วมากขึ้น การทำงานสะดวกมากขึ้นและทำให้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อสร้างเครื่องขอดเกล็ดปลาช่อน

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output)

1.3.1 เครื่องขอดเกล็ดปลาช่อน

1.3.2 ความสัมพันธ์ของเวลา ความเร็วรอบกับประสิทธิภาพการขอดเกล็ดปลา

1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome)

1.4.1 เครื่องขอดเกล็ดปลาซึ่งสามารถขอดเกล็ดปลาได้ ที่มีน้ำหนักรวมของปลาอยู่ที่ 10 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการขอดเกล็ดปลาอยู่ที่ 80%

1.4.2 การหลุดร่อนของเกล็ดปลาของปลาแต่ละตัวอยู่ที่ 100 % ไม่รวมส่วนที่เป็นหัวปลา

1.4.3 ได้ความเร็วรอบ และเวลาที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพการขอดเกล็ดปลาสูงที่สุด

1.5 นิยามศัพท์

ปลาไม่สด หมายถึง ปลาที่ตายมาระยะเวลาประมาณ 6 ชั่วโมง มีสภาพต่างจากปลาสดไม่ใช่ปลาเน่า สังเกตได้จากสภาพสีผิว แววตาจะไม่เหมือนปลาสด

ประสิทธิภาพการขอดเกล็ดปลาอยู่ที่ 80% หมายถึง ปลาที่ถูกขอดเกล็ดใน 100 ตัว จะมีตัวที่ใช้ได้อยู่ 80 ตัว

การหลุดร่อนของเกล็ดปลาของปลาแต่ละตัวอยู่ที่ 100 % หมายถึง ปลาที่ถูกขอดเกล็ดในแต่ละตัวจะไม่มีเกล็ดติดอยู่เลย แต่จะยกเว้นบริเวณส่วนของหัวปลาและอาจจะมีเหลืออยู่บ้างเพราะจะเป็นส่วนที่ต้องถูกตัดออกภายหลัง

ระยะเวลาในการขอดเกล็ดปลา มี 2 ลักษณะ คือ

1) ระยะเวลาของการขอดเกล็ดปลาด้วยคน จะเริ่มต้นจากการเอื้อมมือไปหยิบตัวปลาจากระยะตำแหน่งที่กำหนดไว้จนถึงการปล่อยตัวปลา

2) ระยะเวลาของการขอดเกล็ดปลาด้วยเครื่องขอดเกล็ดปลา จะเริ่มต้นจากการไปนำปลาจากระยะตำแหน่งที่กำหนดไว้ใส่เครื่องจนถึงการนำปลาออกจากเครื่อง

1.6 ขอบเขตในการดำเนินงานวิจัย

1.6.1 ใช้กับปลาช่อนที่มีน้ำหนักประมาณ 0.1 กิโลกรัม /ตัว และน้ำหนักรวมของปลาทั้งหมด 10 กิโลกรัม

1.6.2 ปลาช่อนที่ได้จากการขอดเกล็ดปลาใช้สำหรับการทำปลาร้าเท่านั้น

1.6.3 ปลาช่อนที่ใช้จะเป็นปลาไม่สด

1.7 สถานที่ในการดำเนินการวิจัย

อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

คุณสมจิตร บุญราศรี หมู่บ้านหนองเหมือด ต.แสนตอ อ. ขาณุวรลักษบุรี จ.กำแพงเพชร

1.8 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

กรกฎาคม พ.ศ. 2552 ถึง มกราคม พ.ศ. 2553

1.9 ขั้นตอนและแผนการดำเนินการ (Gantt Chart)

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินการ (Gantt Chart)

ลำดับ	การดำเนินงาน	ก.ค.		ส.ค.		ก.ย.		ต.ค.		พ.ย.		ธ.ค.		ม.ค.	
1	ศึกษาข้อมูลและกระบวนการขอดเกล็ดปลา														
2	ออกแบบโครงสร้างการทำงานของเครื่องขอดเกล็ดปลา														
3	จัดหาวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ														
4	ทำการสร้างเครื่องขอดเกล็ดปลา														
5	ทดสอบ แก้ไขและประเมินผลหลังปรับปรุงเครื่องขอดเกล็ดปลา														
6	การทดสอบเชิงสถิติ														
7	สรุปผลการสร้างเครื่องขอดเกล็ดปลา														

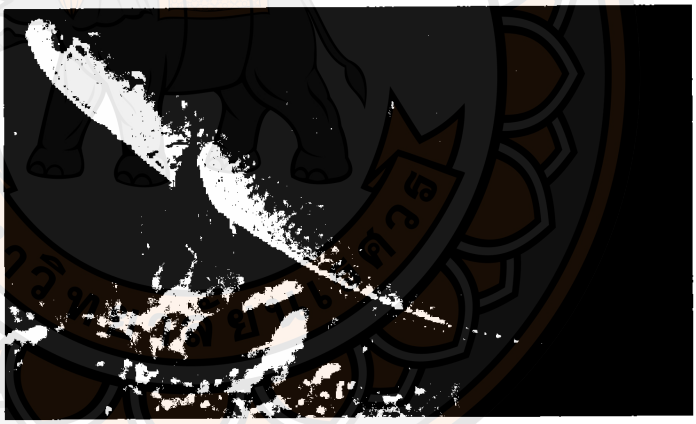
1.10 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน

1. ค่าวัสดุ อุปกรณ์และการติดตั้ง	6,000	บาท
2. ค่าบำรุงรักษา	500	บาท
3. ค่าเอกสาร	1,000	บาท
4. ค่าน้ำมัน	500	บาท
รวมเป็นเงิน	8,000	บาท

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 ปลาช่อน

ปลาช่อน ปลาน้ำจืดชนิดหนึ่ง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Channa Striata อยู่ในวงศ์ปลาช่อน (Channidae) มีส่วนหัวค่อนข้างโต รูปร่างทรงกระบอกยาว ครีบหางเรียวปลายมน ปากกว้าง ภายในปากมีฟันเขี้ยวบนเพดาน ลำตัวสีคล้ำอมมะกอกหรือน้ำตาลอ่อน มีลายเส้นทแยงสีคล้ำตลอดทั้งลำตัว 6 - 7 เส้น ด้านท้องสีจางตัดกับด้านบน ครีบสีคล้ำมีขอบสีเหลืองอ่อน ครีบท้องจาง มีขนาดลำตัวประมาณ 30 - 40 เซนติเมตร ใหญ่สุดได้ถึง 1 เมตร นิยมนำมาบริโภค ปรุงเป็นอาหารได้หลากหลายทั้งสดและตากแห้ง เป็นปลาน้ำจืดเศรษฐกิจที่สำคัญจนอาจเรียกได้ว่าเป็นปลาน้ำจืดเศรษฐกิจอันดับหนึ่ง เลี้ยงได้ทั้งในบ่อและกระชังตามริมแม่น้ำ นอกจากนี้ยังนิยมเลี้ยงเป็นปลาสวยงามด้วย โดยเฉพาะตัวที่สีกลายเป็นสีเผือก (Albino) หรือปลาที่พิการตัวสั้นกว่าปกติ (Short Body)

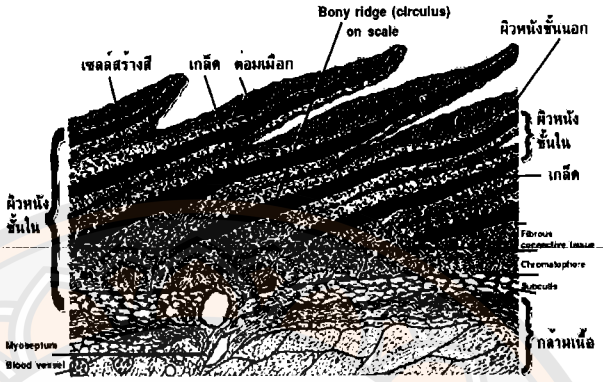


รูปที่ 2.1 ภาพปลาช่อน

ที่มา : th.wikipedia.org/wiki/ปลาช่อน

2.2 ภาพตัดขวางของปลา

ในการขอดเกล็ดปลาของเครื่องขอดเกล็ดปลานั้นเครื่องจะสามารถขอดเกล็ดออกได้ในบริเวณตั้งแต่ ชั้นผิวหนังชั้นนอก เซลล์สร้างสี ต่อมเมือก จนถึงผิวหนังชั้นในส่วนบนบางส่วนที่เป็นส่วนติดกับรากของเกล็ดปลา ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ภาพตัดขวางของปลา

ที่มา : http://courseware.rmutl.ac.th/

แรงเสียดทานผิวของตัวปลาในการขอดเกล็ดปลา

การทำงานของเครื่องขอดเกล็ดปลาจะอาศัยหลักการของแรงเสียดทาน โดยแรงเสียดทานนั้นจะมีค่า Friction (μ) อยู่ที่ 0.3-0.4 โดยจะใช้แรงเสียดทาน 3 ค่า ค่าต่ำสุด ค่ากลาง ค่าสูงสุด

สมการแรงเสียดทาน

$F = \mu N$ นิวตัน (2.1)

N=จำนวนปลาช่อนทั้งหมด กิโลกรัม

การหาความเร็วรอบของการขอดเกล็ดปลา

เนื่องจากขนาดของตัวถังขอดเกล็ดปลามีขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 เมตร และทราบค่าแรงเสียดทานทั้ง 3 ค่านำมาคำนวณหาแรงบิดทั้ง 3 ค่า ดังสมการ

$T = F \times r$ นิวตัน.เมตร (2.2)

สมการของอัตราเร็วเชิงมุม

$\omega = 2\pi$ rad/วินาที (2.3)

อัตราเร็ว ณ ความเร็วรอบใดๆ

$\omega = (2\pi N)/60$ รอบ/min (2.4)

2.3 หลักการทำงานเครื่องขอดเกล็ดปลาช่อนแบบถังนอน

รูปที่ 2.3 หลักการทำงานของเครื่องขอดเกล็ดปลา

2.4 มอเตอร์

2.4.1 การเลือกใช้มอเตอร์

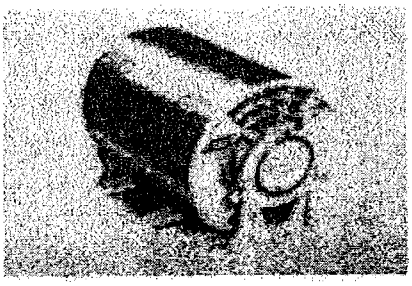
มอเตอร์มีมากมายหลายชนิดควรเลือกให้เหมาะสมกับโหลด (เช่นโหลดที่เปลี่ยนความเร็วรอบแบบต่อเนื่องได้) และสภาพการใช้งาน (เช่น ในที่ๆ มีความชื้นสูง) เป็นต้น ดังตารางที่ 2.1 แสดงตัวอย่างการเลือกใช้มอเตอร์ให้เหมาะกับชนิดของงานประเภทต่างๆ

ตารางที่ 2.1 แสดงตัวอย่างการเลือกใช้มอเตอร์

ความต้องการของโหลด	ชนิดของมอเตอร์ที่เหมาะสม		ชนิดของงาน
	กระแสสลับ	กระแสตรง	
ต้องการความเร็วรอบคงที่แน่นอนโดยไม่คำนึงถึงโหลด	Synchronouns motor	-	ซีเมนต์ โรงถ่านหิน เครื่องเป่าลม
ต้องการความเร็วรอบเกือบคงที่แต่ไม่มีโหลดจนถึงเต็มพิกัดโหลด	มอเตอร์เหนี่ยวนำ	Shunt Motor	เครื่องกลึง เครื่องกัด เครื่องเจียร์
ต้องการปรับความเร็วรอบได้และความเร็วรอบเกือบคงที่ตั้งแต่ไม่มีโหลดจนถึงเต็มพิกัดโหลด	- Wound – Rotor - Induction Motor - Shunt Commutator Motor - Split – phase motor	Shunt Motor แบบ Ward - Leonard	ลิฟต์ เครื่องทำกระดาษทิสชู เครื่องเป่าลม เครื่องผสมอาหาร
ต้องการเปลี่ยนความเร็วรอบได้หลายขั้นและความเร็วรอบเกือบคงที่ในแต่ละโหลด	มอเตอร์เหนี่ยวนำแบบหลายความเร็วรอบ	Shunt Motor แบบ Ward - Leonard	-
ต้องการแบบความเร็วรอบลดลงตามโหลดที่เพิ่มขึ้น	Series Commutator Motor	Series Motor	รถไฟฟ้า ,รถยนต์
ต้องการแบบที่สามารถใช้การเปลี่ยนโหลดอย่างกะทันหันมอเตอร์หมุนกลับทางได้อย่างรวดเร็วและสามารถปรับความเร็วรอบได้	Ligner System		Winch ของเครื่องรีด Ingotขนาดใหญ่

ที่มา : ชำเลียง รัตนสุข . การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอุตสาหกรรม . พิมพ์ครั้งที่ 1 . (พ.ศ. 2541) สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

2.4.2 มอเตอร์สปลิตเฟส



รูปที่ 2.4 รูปร่างลักษณะของมอเตอร์สปลิตเฟส

ที่มา : ดุสิต สูรย์ราช . มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ . พิมพ์ครั้งที่ 1. (พ.ศ. 2538) สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

มอเตอร์สปลิตเฟสเป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิดหนึ่ง ที่มีแรงม้าปานกลางมีความเร็วรอบประมาณ 1750 รอบต่อนาที ใช้กับกระแสไฟฟ้าสลับที่มีความถี่ 60 เฮิรตซ์ โดยจะใช้กับเครื่องมืออุปกรณ์ เครื่องอำนวยความสะดวกต่างๆ เช่น เครื่องซักผ้า เตาเผาน้ำมัน เครื่องผสมอาหาร เครื่องเจาะสว่าน เป็นต้น

2.4.2.1 หลักการทำงานของมอเตอร์สปลิตเฟส

อาศัยหลักการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กจาก สเตเตอร์ ซึ่งเกิดจากการที่ความต่างเฟสของกระแสไฟฟ้าในขดลวดชุดรัน (Running Winding) และชุดสตาร์ท (Starting Winding) ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กหมุนในสเตเตอร์แล้วไปเหนี่ยวนำทำให้เกิดกระแสในโรเตอร์ ชนิดทรงกระบอกทำให้โรเตอร์หมุนไปได้

ในการเลือกใช้มอเตอร์นั้นควร แล้วเลือกใช้มอเตอร์ตามเงื่อนไขต่อไปนี้

1) ต้องเป็นมอเตอร์ที่เหมาะลักษณะสมบัติการสตาร์ทของโหลด และลักษณะสมบัติของการใช้โหลดตามปกติ

2) จะต้องเป็นมอเตอร์ที่มีระบบป้องกันและระบบคายความร้อนที่เหมาะสมกับสถานที่ตั้ง

3) จะต้องมีความเชื่อถือได้สูง (Reliability) และการซ่อมบำรุงเป็นได้สะดวก

4) เมื่อคำนึงถึงการใช้งานแทนกัน ก็ควรจะใช้มอเตอร์มาตรฐาน

2.6 สายพาน

สายพานแบ่งออกเป็น 4 ชนิดตามลักษณะหน้าตัดของสายพาน สายพานแต่ละชนิดจะมีลักษณะในการใช้งานต่างกัน คือ

1) สายพานแบน (Flat Belts) มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

2) สายพานลิ่ม (V – Belts) มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู

3) สายพานกลม (Ropes) มีหน้าตัดกลม

4) สายพานไทม์มิงเบลท์ (Timing belt) มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู แต่จะทำเป็นร่องคล้ายฟันเฟืองตลอดความยาวของสายพาน

2.6.1 วัสดุที่ใช้ทำสายพาน จะต้องมีค่าความต้านทานแรงสูง (Strength) สามารถบิดตัวได้ดี และต้องมีค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสสูง เช่น

1) สายพานที่ทำจากหนัง (Oak – Tanned Leather) แต่ถ้าการใช้งานเป็นแบบพิเศษ เช่น อยู่ในบรรยากาศที่มีความชื้น มีไอของสารเคมี หรือมีน้ำมันอยู่ด้วย ก็มักใช้สายพานแบบ Chrome Leather เพื่อให้สายพานมีอายุการใช้งานได้นานพอสมควร จึงมักใช้ค่าความเค้นในการออกแบบสายพานต่ำกว่าความเค้นแรงดึงสูงสุดของสายพานมาก โดยทั่วไปจะใช้ค่าความปลอดภัยประมาณที่ 10 ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของสายพานหนังจะมีค่าประมาณ 0.40 – 0.50 ความเร็วที่ใช้งานของสายพานอยู่ประมาณช่วง 1000 – 2000 เมตร/นาที

2) สายพานยาง (Rubber Belt) สายพานประเภทนี้จะมีฝ้ายหรือผ้าใบเป็นเส้นภายใน และมียางหุ้มอยู่ภายนอก ยางที่ใช้หุ้มจะเป็นยางที่อบด้วยกำมะถันในอุณหภูมิสูง (Vulcanised) เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นและความต้านทานแรง สายพานยางเหมาะสำหรับใช้กับงานที่มีน้ำมันหรือแสงแดด เมื่อเปรียบเทียบกับสายพานหนังแล้วสายพานยางจะมีราคาถูกกว่า แต่อายุการใช้งานสั้นกว่า สายพานยางทนต่อสภาพบรรยากาศในการใช้งานได้ดีกว่าสายพานหนัง ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของสายพานยางจะมีค่าประมาณ 0.30 – 0.40 และสามารถรับแรงดึงได้ประมาณ 20 นิวตันต่อชั้นต่อความกว้างสายพาน 1 มิลลิเมตร

3) สายพานบาลาตา (Balata Belt) เป็นยางคล้ายสายพานยาง แต่ไม่ต้องผ่านกรรมวิธีอบด้วยกำมะถัน ทนต่อกรดและความชื้นได้ดี แต่อุณหภูมิใช้งานไม่ควรเกิน 40 องศาเซลเซียส สายพานชนิดนี้มีความต้านทานแรงมากกว่าสายพานยางประมาณร้อยละ 25

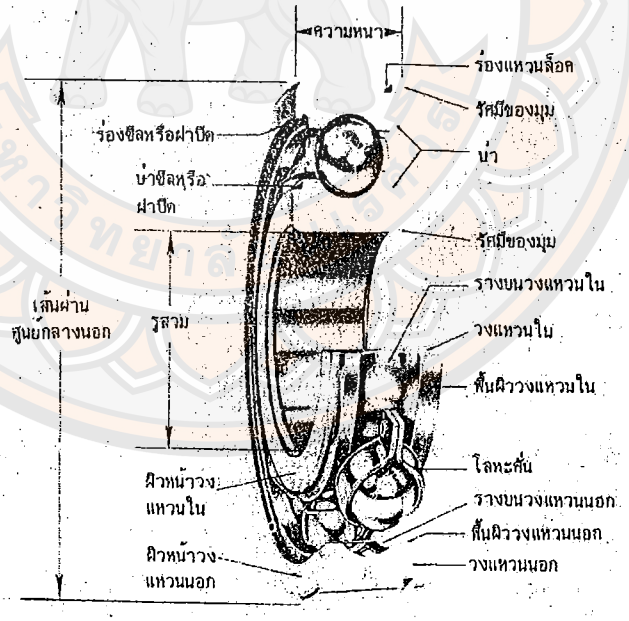
4) สายพานผ้าถัก (Textile Belt) ทำจากฝ้ายหรือผ้าใบซ้อนกันเป็นชั้นๆ แล้วยึดติดกัน จากนั้นจึงเคลือบด้วยน้ำมันลินซีด (Linseed) เพื่อทำให้สายพานกันน้ำได้ มักใช้กับงานประเภทชั่วคราว

2.6.2 ลักษณะสายพานที่ใช้

สายพานลิ่ม (V – Belts) มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู คือ ใช้ เส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์วงแหวนเป็นแกนแรง และห่อหุ้มด้วยยางหรือวัสดุเดียวกับแกน ด้านข้างหน้าทั้งสองเอียงสอบเข้าหากันทำมุม 38 ถึง 44 องศา สายพานลิ่มส่งถ่ายกำลังด้วยพูลเลย์ ผิวเกลี้ยงเป็นร่อง

2.7 ตลับลูกปืน

ตลับลูกปืน เป็นลักษณะของแบริ่งที่รับแรง โดยอาศัยลักษณะที่แบริ่งที่มีผิวสัมผัสแบบกลิ้ง (Rolling Contact) ประกอบด้วยร่องลึกเป็นทางกลิ้งสำหรับลูกกลิ้งทรงกลม เป็นลักษณะแบริ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ใช้ปริมาณสารหล่อลื่นน้อย ติดตั้งง่ายและสามารถหาเปลี่ยนเมื่อเกิดชำรุดได้สะดวก สามารถที่จะรับแรงได้ทั้งแรงรุน (Thrust Load) กับแรงในแนวรัศมี (Radial Load) ได้พร้อมกัน ข้อดีอีกประการหนึ่งของการใช้ตลับลูกปืนคือ ใช้พื้นที่ในแนวแกน (Axial Space) น้อย เหมาะกับชุดตัดเฉือนที่ค่อนข้างจะมีพื้นที่ในการใช้สอยน้อย และยังรวมข้อดีในเรื่องค่าความเสียดทานในการเริ่มสตาร์ทน้อย (Low Starting Friction Torque) ถึงแม้อายุการใช้งานของตลับลูกปืนเองค่อนข้างสั้น แต่หากพิจารณาในด้านความปลอดภัยก็ถือว่าเหมาะสม



รูปที่ 2.5 แสดงส่วนต่างๆของ Ball Barring

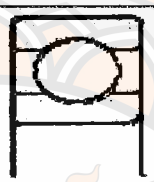
ที่มา : ชาญ ถนัดงาน,2541.หน้า 245

2.7.1 ตลับลูกปืนประเภทต่าง ๆ

2.7.1.1 ตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมรับแรงในแนวรัศมี

1) ตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมร่องลึก (Deep groove ball bearings)

เป็นตลับลูกปืนที่ทนทาน มีคุณสมบัติและความสามารถในการรับแรงรอบตัว สามารถใช้งานได้ที่ความเร็วรอบสูงและง่าย ในการประกอบติดตั้งใช้งาน เป็นตลับลูกปืนที่ใช้งานกันอย่างกว้างขวาง ทางเดินของลูกปืนเป็นร่องลึกจึงกลิ้งได้สะดวกและ มีความเที่ยงศูนย์ สามารถรับแรงในแนวรัศมีได้มากและรับแรงในแนวแกนได้พอสมควร เหมาะสำหรับงานที่มีความเร็วรอบสูง

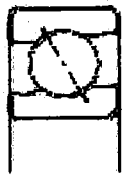


รูปที่ 2.6 ตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมร่องลึก

ที่มา : http://www.bearingthai.com/index.php?mo=3&art=166816

2) ตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุม (Angular contact ball bearings)

มีลักษณะคล้ายกับตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมร่องลึก แต่แตกต่างกันตรงบ่าของแหวนนอกและแหวน ในซึ่งมีเพียงบ่าเดียว เหมาะสำหรับส่วนที่ต้องถอดเข้าถอดออกอยู่เสมอ สามารถรับแรงได้ ทั้งแนวรัศมีและแรงในแนวแกนทิศทางเดียวได้มากกว่าตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมร่อง ลึกเป็นตลับลูกปืนที่ออกแบบมาให้เหมาะ สำหรับการรับแรงรวมที่เกิดจากแรงในแนวรัศมีและแรงในแนวแกนกระทำกับตลับลูกปืนพร้อมกันและเป็นตลับลูกปืนที่ช่วย เพิ่มความแข็งของเพลา



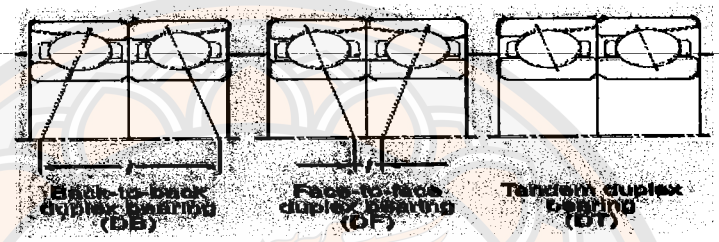
รูปที่ 2.7 ตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุม

ที่มา : http://www.bearingthai.com/index.php?mo=3&art=166816

3) ตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุมประกอบเป็นคู่ (Duplex angular contact ball bearings)

สามารถรับแรงในแนวแกนสองทิศทาง เป็นการนำเอาตลับลูกปืนแบบ เม็ดกลม สัมผัสเชิงมุม 2 อัน มาชนกัน ซึ่งทำได้ 3 ลักษณะ คือ

1) แบบให้หลังชนกัน (Back to back) จะใช้สัญลักษณ์ DB
2) แบบให้หน้าชนกัน (Face to face) จะใช้สัญลักษณ์ DF
3) แบบให้หน้าชนหลัง (Tandem) จะใช้สัญลักษณ์ DT



รูปที่ 2.8 ตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุมประกอบเป็นคู่

ที่มา : http://www.bearingthai.com/index.php?mo=3&art=166816

4) ตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุมสองแถว (Double row angular contact ball bearings)

มีลักษณะเหมือนกับตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุมประกอบเป็นคู่แบบให้หลังชนกัน จึงสามารถรับแรง ในแนวแกนได้สองทิศทางและมีข้อดีตรงที่ขนาดความกว้างแคบกว่าตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุมประกอบเป็นคู่ แบบที่ใช้ให้หลังชนกัน

5) ตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมปรับแนวแกนได้เอง (Self aligning ball bearings)

จะมีร่องทางเดินของลูกปืนสองแถวที่แหวนใน ส่วนแหวนนอกจะมีเพียงร่องเดียวเป็นผิวโค้ง ทรง กลม ทำให้ลูกปืนกับ แหวนวงใน สามารถเบี่ยงเบนแกนไปตามร่องผิวโค้งทรงกลมของแหวนวงนอกได้ เหมาะสำหรับใช้กับเพลาที่แกว่ง หรือหมุนไม่เที่ยงหรือ ใช้กับเครื่องจักรที่มีความสั่นสะเทือน ตลับลูกปืนนี้ สามารถปรับตัวไปตามแนวแกนเพลา ซึ่งทำให้ไม่เกิดการขัดตัว

2.7.1.2 ตลับลูกปืนแบบลูกกลิ้งรับแรงในแนวรัศมี

1) ตลับลูกปืนแบบลูกกลิ้งที่มีลักษณะทรงกระบอก (Cylindrical roller bearings)

สามารถรับแรงในแนวรัศมีได้มาก ใช้กับความเร็วรอบสูงและมีความเที่ยงศูนย์ แต่รับแรงในแนวแกนได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

2) ตลับลูกปืนแบบลูกกลิ้งที่มีลักษณะแบบโคน (Tapered roller bearings)

มีร่องทางเดินของลูกกลิ้งแบบโคนที่แหวนวงใน ลักษณะการวางของลูกกลิ้งอยู่ในแนวเอียงมีมุมกระทบโต จึงสามารถรับแรงแนวรัศมีและแนวแกนทิศทางเดียวได้มาก เป็นตลับลูกปืนที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง เช่น ในโรงงานย่อยหินใน รถยนต์และในเครื่องจักรก่อสร้าง เป็นต้น

3) ตลับลูกปืนแบบลูกกลิ้งที่มีลักษณะผิวโค้งทรงกลม (Spherical roller bearings)

มีลักษณะคล้ายกับตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมปรับแนวแกนได้เอง แตกต่างกันที่ใช้ลูกกลิ้งผิวโค้งทรงกลมแทน ส่วนลักษณะ การใช้งานเหมือนกัน แต่สามารถรับแรงในแนวแกนได้มากกว่า เพราะมีมุมกระทบโต เหมาะสำหรับที่จะใช้รับแรงช็อค (Shock Load)

4) ตลับลูกปืนแบบลูกกลิ้งที่มีลักษณะแบบเข็ม (Needle roller bearings)

สามารถรับแรงในแนวรัศมีได้มาก ลักษณะของลูกกลิ้งคล้ายกับลูกกลิ้งทรงกระบอกการที่จะเรียกว่าเป็นลูกกลิ้งแบบเข็ม ได้ก็ต่อเมื่อมีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร เมื่อเทียบกับความยาวแล้วจะแตกต่างกันมาก

2.7.1.3 ตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมรับแรงในแนวแกน

1) ตลับลูกปืนรับแรงในแนวแกน (Thrust ball bearings)

ตลับลูกปืนชนิดนี้ประกอบด้วยแหวนสองวง วงหนึ่งยึดติดกับเพลาเรียกว่าแหวนใน อีกวงหนึ่งเรียกว่าแหวนนอก แหวนทั้งสองจะมีร่องลึกสำหรับเป็นทางวิ่งของลูกปืน ตลับลูกปืนชนิดนี้รับแรงในแนวแกนได้เพียงทิศทางเดียว รับแรงในแนวรัศมีได้เพียงเล็กน้อย

2) ตลับลูกปืนแบบลูกกลิ้งผิวโค้งทรงกลมรับแรงในแนวแกน (Spherical roller thrust bearings)

ลักษณะการวางของลูกกลิ้งผิวโค้งทรงกลมอยู่ในแนวเอียงมีมุมกระทบประมาณ 45 องศา สามารถรับแรงในแนวแกนได้มาก รับแรงในแนวรัศมีได้บ้างและยังสามารถเบี่ยงเบนแกนได้ แต่ใช้กับความเร็วสูงไม่ได้

2.8 เพลา

2.8.1 ชนิดของเพลา

2.8.1.1 เพลาเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่หมุนได้ เพลาจะรับโมเมนต์บิดที่ถ่ายภาระมาจากล้อสายพาน เพลาจึงสามารถรับภาระบิดและภาระดัด จึงมีการแบ่งเพลาออกเป็น 2อย่าง คือ เพลาส่งกำลัง และเพลารองรับภาระ

1) เพลาส่งกำลัง (Transmission Shafts) เพลาชนิดนี้ใช้เฉพาะการบิดหรืออาจรับทั้งการบิดและการดัดผสมกันก็ได้ การส่งกำลังจะถ่ายทอดผ่านเพลาโดยอาศัยแผ่นประกบต่อเพลา (Coupling)ผ่านเฟือง ผ่านพูลเลย์ ผ่านสายพาน จานโซ่ หรือโซ่ เป็นต้น

2) เพลารองรับภาระ เป็นเพลาชิ้นส่วนเครื่องจักรกลเช่นกัน ขณะใช้งานเพลาชนิดนี้อาจหมุนหรือไม่ก็ได้ แต่ที่สำคัญเพลาชนิดนี้ไม่ได้ส่งกำลังจะทำหน้าที่เป็นตัวรองรับชิ้นส่วนอื่นให้หมุน เช่น เพลาลูกกรอกสายพาน เพลาลูกรอกสายพาน ซึ่งเป็นเพลาที่รับภาระน้ำหนักของอุปกรณ์อื่นที่กดทับทำให้สภาพการเสียหายของเพลาเกิดการดัดงอ เช่น เพลาล้อรถไฟ เป็นต้น

2.8.1.2 ลักษณะของเพลาที่ใช้งานเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่ใช้กันทั่วไปจะมีลักษณะเป็นเพลาผิวเรียบไม่มีบ่าใดๆหรืออาจกลึงมาให้มีบ่าเล็กน้อยเพื่อการประกอบกับชิ้นส่วนอื่น เช่น เพลาล้อสายพาน เพลาของล้อเฟือง เพลาเฟืองโซ่

2.8.2 การเลือกใช้เพลา

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือ

1) แรงบิดที่กระทำกับเพลา

โดยมีสูตรคำนวณดังนี้

แรงในถังขอดเกล็ดปลาช่อน

จากสมการที่ **(2.5)**

แรงบิด

จากสมการที่ **(2.6)**

2) ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางวงในของตลับลูกปืน

2.9 พูลเลย์

2.9.1 การคำนวณหาอัตราทดรอบ

$$i = n1xd1 = n2xd2 \quad (2.9)$$

i = อัตราการทดรอบ

n1= จำนวนรอบพูลเลย์ขับ

d1= เส้นผ่านศูนย์กลางพูลเลย์ขับ

n2 = จำนวนรอบพูลเลย์ตาม

d2 = เส้นผ่านศูนย์กลางพูลเลย์ตาม

หรือ

อัตราทด 1 = พูลเลย์ตาม / พูลเลย์ขับ (2.10)

อัตราทด 2 = พูลเลย์ตาม / พูลเลย์ขับ (2.11)

อัตราทดรวม = อัตราทด 1 x อัตราทด 2 (2.12)

2.9.2 การหาความเร็วรอบของพูลเลย์

ความเร็วรอบพูลเลย์ตามสุดท้าย = ความเร็วรอบมอเตอร์ตั้งต้น / อัตราทดรวม (2.13)

2.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two-Way ANOVA)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง หรือ Two-Way ANOVA เป็นวิธีการทดสอบเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระหรือ ตัว แปรต้นที่เป็น สิ่งทดลองจำนวน 2 ตัวกับตัวแปรตามเพียงตัวเดียว โดยที่ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น อาจมีลักษณะเชิงคุณภาพที่จำแนกออกเป็นระดับหรือประเภทต่าง ๆ ส่วนตัวแปรตามมีลักษณะเชิงปริมาณ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นว่าจะส่งผลอย่างไรกับตัวแปรตาม ตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ โดยที่การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง นอกจากจะสามารถศึกษาผลของตัวแปรทั้งสองตัวไปพร้อมๆกันแล้ว ยังสามารถศึกษาผลร่วม (Interaction) ระหว่างตัวแปรทั้งสองตัวด้วยว่าตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นตัวหนึ่งนอกจากจะส่งผลต่อตัวแปรตามแล้วยังส่งผลใด ๆ ต่อตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นอีกตัวหนึ่งหรือไม่

2.10.1 การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression)

ในการวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่ายจะเป็นการวิเคราะห์กับตัวแปรตาม (Y) โดยมีตัวแปรต้น (X) เพียงตัวเดียว การใช้ตัวแปรต้นเพียงตัวเดียวจะไม่มีประสิทธิภาพพอที่จะอธิบายตัวแปรตามได้ ในกรณีที่จะพยายามอธิบายสัดส่วนความแปรปรวนของตัวแปรตามได้อย่างมีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องมีตัวแปรต้นมากกว่า 1 ตัว ซึ่งจะนำไปสู่การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ เมื่อมีตัวแปรต้นตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปใช้ในการทำนายตัวแปรตาม ซึ่งโดยปกติตัวแปรต้นจะใช้สัญลักษณ์ X และตัวแปรตามจะใช้สัญลักษณ์ Y

ขั้นตอนการวิเคราะห์การถดถอย

2.10.1.1 ตรวจสอบว่าตัวแปร X และ Y มีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นหรือไม่

2.10.2.2 สร้างสมการการพยากรณ์ เพื่อใช้สำหรับการประมาณค่า Y

2.10.3.3 ตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้นของตัวแปรทั้งสอง

โดยทำการตรวจสอบว่าสมการพยากรณ์มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้มากน้อยเพียงใด ดูจากค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (The Coefficient of Determination) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณ (Standard Error of the Estimate) และการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความแข็งจากการทดลองและการพยากรณ์

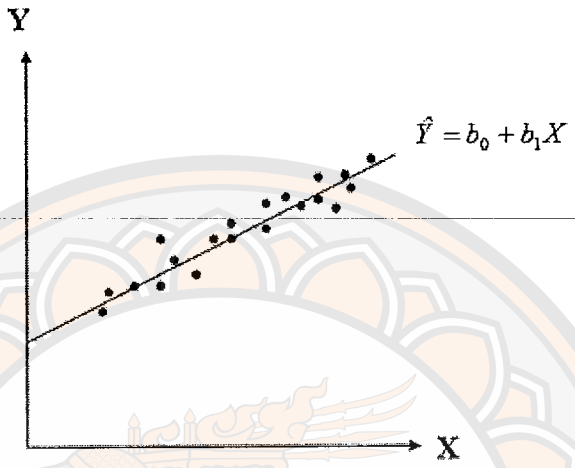
2.10.2 ค่าสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (The Coefficient of Determination)

- เกิดจากการนำค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ยกกำลังสอง
- ใช้แสดงความแปรผันที่เกิดขึ้นกับตัวแปร Y มีผลเนื่องมาจากตัวแปร X คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์
- ใช้ศึกษาว่าสมการการประมาณค่ามีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้มากหรือน้อย
- ค่าที่คำนวณได้จะอยู่ในช่วงระหว่าง 0 ถึง 1
- สัญลักษณ์ที่ใช้คือ r^2
- ในกรณีที่ค่า r^2 มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าตัวแปร X มีอิทธิพลต่อตัวแปร Y อย่างมาก หมายความว่า สมการการประมาณค่าจะมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้งานได้มาก
- ในกรณีที่ค่า r^2 มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่า ตัวแปร X มีอิทธิพลต่อตัวแปร Y น้อยมาก หมายความว่า สมการการประมาณค่าจะมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้งานได้น้อย

2.10.3 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณ (Standard Error of the Estimate)

- เป็นค่าคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการประมาณค่า Y ด้วย $\hat{Y}$
- สัญลักษณ์ที่ใช้คือ $S_{Y.X}$



รูปที่ 2.9 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณ $S_{Y.X}>0$

2.10.4 การวิเคราะห์ความแตกต่างของการขอดเกล็ดปลาจากการทดลองและการพยากรณ์

สถิติ t-test ใช้ทดสอบความแตกต่างหรือเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ใช้สำหรับการทดสอบข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution)

ขั้นตอนการทดสอบสมมติฐาน

1. ตั้งสมมติฐาน

   H0 : ค่าเฉลี่ยของประชากรของ 2 กลุ่มเท่ากัน คือ $\mu_1 = \mu_2$

   H1 : ค่าเฉลี่ยของประชากรของ 2 กลุ่มแตกต่างกัน คือ $\mu_1 \neq \mu_2$

2. กำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบ $\alpha = 0.05$
3. เลือกตัวสถิติที่เหมาะสม

ความแปรปรวนของประชากรเท่ากัน คือ $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$

ตัวสถิติ : $$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}} \qquad (2.13)$$

เมื่อ t = ความแตกต่างของค่าความแข็งจากการทดลองและการคำนวณ

D = ความแตกต่างของค่าจำนวนปลาจากการทดลองและการคำนวณของแต่ละค่า

$\sum D$ = ผลรวมของความแตกต่างของค่าจำนวนปลาจากการทดลองและการคำนวณของทุกค่า

D^2 = ความแตกต่างของค่าจำนวนปลาจากการทดลองและการคำนวณของแต่ละค่ายกกำลังสอง

$(\sum D)^2$ = ผลรวมของความแตกต่างของค่าจำนวนปลาจากการทดลองและการคำนวณของทุกค่ายกกำลังสอง

$N\sum D^2$ = จำนวนค่าจำนวนปลา คูณ ผลรวมของความแตกต่างของค่าจำนวนปลาจากการทดลองและการคำนวณของทุกค่ายกกำลังสอง

$N-1$ = จำนวน ลบ 1

4. สร้างกฎการตัดสินใจ นั่นคือ ปฏิเสธ H_0 ถ้า $t_{(คำนวณ)} > t_{(ตาราง)}$ หรือ $t_{(คำนวณ)} < -t_{(ตาราง)}$ (ค่าได้จากตาราง t)

5. คำนวณค่าสถิติจากกลุ่มตัวอย่าง

6. ตัดสินและตีความ $t_{(คำนวณ)} > t_{(ตาราง)}$ ดังนั้น เราปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 ให้ผลว่าทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ หากผลการทดสอบสมมติฐานได้ผลว่าเราไม่ปฏิเสธ H_0 นั่นคือค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างแตกต่างกันแต่ค่าเฉลี่ยของประชากรไม่แตกต่างกัน โดยที่ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกันเป็นความคลาดเคลื่อน

บทที่ 3
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการศึกษาและเก็บข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเครื่องขอดเกล็ดปลา วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ และขั้นตอนการดำเนินการเครื่องขอดเกล็ดปลารวมถึงปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นกับเครื่องขอดเกล็ดปลา

เครื่องขอดเกล็ดปลาแบบถังนอน

เครื่องขอดเกล็ดปลาช่อนที่ได้ทำการประดิษฐ์ขึ้นสามารถทำการขอดเกล็ดปลาช่อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งปลาช่อนนั้นสามารถทำรายได้ให้แก่เกษตรกรได้เป็นอย่างดี ไม่ว่าจะจำหน่ายเป็นปลาสด หรือแปรรูปเป็น ปลาร้าปลาช่อน ซึ่งเครื่องขอดเกล็ดปลาช่อนจะช่วยให้เกษตรกรและผู้ประกอบการ ประหยัดเวลา และลดการสูญเสียค่าใช้จ่ายในการในการแปรรูป สามารถเพิ่มมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าปลาช่อน

โครงสร้างของเครื่องขอดเกล็ดปลาแบบถังนอนในแต่ละส่วน

1) ส่วนโครงสร้างที่ใช้รองรับน้ำหนักของเครื่องขอดเกล็ดปลา
   1.1 ระบบโครงสร้างใช้เหล็กกล่อง
   1.2 ระบบป้องกันความปลอดภัย
      1.2.1 ส่วนป้องกันชุดมอเตอร์และชุดส่งกำลัง
      1.2.2 ส่วนป้องกันการกระเด็นของน้ำ
2) ส่วนตัวถังเครื่องขอดเกล็ดปลา
3) ส่วนมอเตอร์
4) ส่วนเครื่องสูบน้ำ
5) ส่วนถังน้ำ
   5.1 ถังน้ำที่ใช้สูบน้ำ
   5.2 ถังน้ำที่เป็นส่วนรองรับน้ำและเกล็ดปลา
      5.2.1 มีตะแกรงกรองเกล็ดปลา
6) ส่วนชุดส่งกำลัง
   6.1 เพลา
   6.2 สายพาน
   6.3 พูลเลย์

7) ส่วนท่อน้ำ

8) ส่วนระบบไฟฟ้า

8.1 อุปกรณ์ควบคุมการเปิด – ปิด

8.2 ไฟโชว์

8.3 ตัวตั้งเวลา

3.2 ออกแบบโครงสร้างการทำงานของเครื่องขอดเกล็ดปลา

3.2.1 ออกแบบส่วนของโครงสร้างที่ใช้รองรับน้ำหนักของเครื่องขอดเกล็ดปลา

เราจะออกแบบโครงสร้างของเครื่องโดยคำนึงถึงความแข็งแรง ภาระแรง น้ำหนัก ความปลอดภัยในการใช้งานและการดูแลรักษา โดยใช้หลักการทางวิศวกรรมอุตสาหการ

3.2.2 ออกแบบส่วนของตัวถังเครื่อง

เราจะคำนึงถึงขนาดตัวถัง ขนาดของโครงสร้าง ขนาดของปลาและลักษณะของเกล็ดปลา ความสมดุล กลไกในตัวถังและค่าความเผื่อช่องว่างในการขอดเกล็ดปลาและความปลอดภัยในการใช้งานและการดูแลรักษา

3.2.3 ออกแบบส่วนมอเตอร์

ทำการคำนวณหาขนาดของมอเตอร์ที่เหมาะสมต่อการใช้งานและจัดวางตำแหน่งในการติดตั้งที่เหมาะสมโดยใช้หลักการทางวิศวกรรมอุตสาหการ

3.2.4 ส่วนเครื่องสูบน้ำ

ทำการคำนวณหาขนาดของเครื่องสูบน้ำที่เหมาะสมต่อการใช้งานและจัดวางตำแหน่งในการติดตั้งที่เหมาะสมโดยใช้หลักการทางวิศวกรรมอุตสาหการ

3.2.5 ส่วนถังน้ำ

ทำการจัดวางตำแหน่งเพื่อสะดวกการใช้งานและการไหลของน้ำ

3.2.6 ส่วนชุดส่งกำลัง

ทำการหาขนาดของเพลาที่เหมาะสมกับขนาดตลับลูกปืนและคำนวณหาอัตราทดรอบของพูลเลย์และการจัดวางตำแหน่งที่เหมาะสมกับมอเตอร์เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการใช้งานโดยใช้หลักการทางวิศวกรรมอุตสาหการ

3.2.7 ส่วนท่อน้ำ

ออกแบบโดยคำนึงประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำ อัตราการไหลของน้ำ โดยใช้หลักการทางวิศวกรรมอุตสาหการ

3.2.8 ส่วนระบบไฟฟ้า

ทำการจัดวางตำแหน่งในการติดตั้ง เพื่อให้เกิดความปลอดภัยและสะดวกในการใช้งาน

3.3 จัดหาวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ

พิจารณาวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่จะนำมาสร้างเครื่องขอดเกล็ดปลาตามแบบที่ออกแบบไว้ในขั้นตอนที่ 3.2

การพิจารณาถึงคุณสมบัติของวัสดุแต่ละประเภทมีดังนี้

1) ลักษณะการใช้งาน

2) ประเภทของวัสดุ

3) คุณภาพตามการใช้งาน

4) หาซื้อได้ทั่วไปตามท้องตลาด

5) การบำรุงรักษา

6) ความสวยงาม

เมื่อเราได้คุณสมบัติที่เหมาะสมของวัสดุแต่ละชนิดและประเภท ก็จะมาคำนึงถึงด้านราคาที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการสร้างเครื่องขอดเกล็ดปลา

3.4 ทำการสร้างเครื่องขอดเกล็ดปลา

3.4.1 สร้างเครื่องขอดเกล็ดปลา ให้ตรงตามแบบที่กำหนดไว้

3.4.2 จัดทำคู่มือประกอบการใช้งานเครื่องขอดเกล็ดปลา

3.5 ทดสอบ แก้ไขและประเมินผลหลังปรับปรุงเครื่องขอดเกล็ดปลา

3.5.1 การทดสอบเครื่องขอดเกล็ดปลา

3.5.1.1 ทดสอบในส่วนของโครงสร้างที่ใช้รองรับน้ำหนักของเครื่อง โครงสร้างจะต้องรับน้ำหนักและภาระขณะเครื่องกำลังทำงานได้โดยไม่มีการบิดเบี้ยวหรือเสียรูปร่าง สามารถรับน้ำหนักและภาระได้ 100 %

3.5.1.2 ทดสอบในส่วนของการขอดเกล็ดปลา ทดลองโดยใส่ปลาช่อนที่คัดแยกขนาดโดยน้ำหนักรวมของปลาอยู่ที่ 10 กิโลกรัม เข้าไปในเครื่องขอดเกล็ดปลา และดูบันทึกผล นำผลที่ได้มาคำนวณทางสถิติเพื่อหาประสิทธิภาพในการขอดเกล็ดปลา

3.5.1.3 ทดสอบด้านความเร็วรอบในการขอดเกล็ดปลาเพื่อหาความเร็วรอบที่เหมาะสมในแต่ละการทดลองแล้วนำปลาที่ได้มาตรวจสอบดูว่าเครื่องนั้นสามารถขอดเกล็ดปลาได้มาตรฐานที่ 100 %

3.5.2 การปรับปรุงแก้ไข

3.5.2.1 วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทดสอบในส่วนต่างๆ

3.5.2.2 รวบรวมข้อมูลเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

3.5.2.3 ดำเนินการแก้ไขปัญหา

3.5.3 การประเมินผลหลังการปรับปรุง

3.5.3.1 ประเมินการทำงานของเครื่องและทำการจดบันทึกข้อมูลระหว่างทำการประเมิน

3.6 การทดสอบเชิงสถิติ

เป็นการศึกษาถึงความเร็วรอบและเวลาที่เหมาะสมที่ทำให้ขอดเกล็ดปลาได้ดีที่สุด

3.6.1 การออกแบบการทดลอง

3.6.1.1 กำหนดปัจจัยที่มีผลต่อการขอดเกล็ดปลา

1) เวลา

2) ความเร็วรอบ

3.6.1.2 กำหนดระดับของปัจจัยที่มีผลต่อการขอดเกล็ดปลา

1) เวลาที่ใช้ในการขอดเกล็ดปลา 3 ,4 ,5 ,6 นาที /ครั้ง

2) ความเร็วรอบที่ 56, 65, 75รอบ/นาที

3.6.1.3 สมมติฐาน

ให้ H_0 : $(\tau\beta)_{ij} = 0$ ทุกๆ ค่า i,j , ปัจจัยทั้งสองไม่มีผลต่อการขอดเกล็ดปลา

H_1 : $(\tau\beta)_{ij} \neq 0$ อย่างน้อยที่สุดหนึ่งค่า ,ปัจจัยทั้งสองมีผลต่อการขอดเกล็ดปลา

เมื่อ τ_i = ความเร็วรอบที่ 56, 65, 75 รอบ/นาที

β_j = เวลาที่ 3,4,5 ,6 นาที

และ I =56, 65, 75

j = 3,4,5 ,6

3.6.1.4 กำหนดการทดลอง

ตารางที่ 3.1 การออกแบบชุดทดสอบเครื่องขอดเกล็ดปลา

ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	จำนวนปลาที่ผ่านการพิจารณา (ตัว)							
	เวลา (นาที)							
	3		4		5		6	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
56								
65								
75								

หมายเหตุ: การทดลองจะใช้ปลาขนาดที่เท่าๆ กัน (ใกล้เคียงกัน)

3.6.2 ดำเนินการทดลอง

ทำการดำเนินการทดลองตามตารางที่ 3.1 โดยทำการทดลอง 2 ครั้ง ณ เวลาและความเร็วรอบนั้นๆ

3.6.3 สรุปผลเชิงสถิติ

1) วิเคราะห์ว่าเวลาและความเร็วรอบมีผลต่อการขอดเกล็ดปลาช่อนหรือไม่ โดยใช้วิธี ANOVA

2) เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา ความเร็วรอบ และประสิทธิภาพของเครื่องขอดเกล็ดปลาเพื่อหาเวลาและความเร็วรอบที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพในการขอดเกล็ดปลาสูงที่สุด

3.7 สรุปผลการสร้างเครื่องขอดเกล็ดปลา

รวบรวมข้อมูลทั้งหมดตั้งแต่ขั้นตอน และแผนการดำเนินการ ใน Gantt Chart มาสรุปผลการดำเนินงาน

ป
TJ
1495
.T5
ก6684
2552

สำนักหอสมุด
15 มิ.ย. 2553
เลขทะเบียน 1006311

บทที่ 4
ผลการดำเนินงานโครงงาน

4.1 การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลเครื่องขอดเกล็ดปลา

ทำการรวบรวมข้อมูลรูปแบบของเครื่องขอดเกล็ดปลาลักษณะต่างๆเช่น เครื่องขอดเกล็ดปลาแบบถังตั้งกับเครื่องขอดเกล็ดปลาแบบถังนอน มาวิเคราะห์ว่ารูปแบบใดที่จะเหมาะสมที่จะนำมาสร้างเครื่องขอดเกล็ดปลาช่อน โดยได้ทำการเลือกแบบถังนอนเพราะว่าแบบถังนอนการกระจายของตัวปลาจะดีกว่าแบบถังตั้งทำให้โอกาสที่ปลาจะเสียดสีกับตระแกรงแล้วทำให้เกล็ดหลุดง่ายมีมากกว่า

4.2 ทำการศึกษาโครงสร้างและออกแบบเครื่องขอดเกล็ดปลาช่อน

4.2.1 ส่วนโครงสร้างที่ใช้รองรับน้ำหนักของเครื่องขอดเกล็ดปลา

ส่วนที่รองรับน้ำหนักของเครื่องทั้งหมดใช้โครงเหล็กกล่องขนาด 2x2 นิ้ว และ 1x1 นิ้ว ตามหลักข้อที่ 3.3 เพราะเราได้ทำการเปรียบเทียบกับไม้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบเหล็กกล่องกับไม้

เหล็ก	ไม้
1.สามารถประกอบเข้ากับส่วนประกอบอื่นๆง่าย	1.ไม่เป็นสนิม
2.ปรับเปลี่ยนรูปได้ง่าย	2.ปรับเปลี่ยนรูปยาก
3.มีความแข็งแรง ทนทาน รับแรงดีกว่า	3.ทนทานน้อยกว่า ผุพังได้
4.อายุการใช้งานนาน	4.อายุสั้นกว่า
5.มีความสมดุล สวยงาม	5.มีความสมดุล สวยงาม
	6.สามารถประกอบเข้ากับส่วนประกอบอื่นๆยาก

รูปที่ 4.1 โครงสร้างที่ใช้รองรับน้ำหนักของเครื่องขอดเกล็ดปลา

4.2.2 ส่วนตัวถังเครื่องขอดเกล็ดปลา

ลักษณะเป็นทรงกระบอกขาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 เมตร ยาว 0.6 เมตร ใช้เหล็กตะแกรงรูกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร ตามหลักข้อที่ 3.3 เพราะเราได้ทำการเปรียบเทียบกับแผ่นสแตนเลส ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบเหล็กตะแกรงรูกลมกับสแตนเลส

เหล็กตะแกรงรูกลม	แผ่นสแตนเลส
1.ราคาถูกกว่ามาก	1.ไม่เป็นสนิม
2.ค่อนข้างหาซื้อง่ายกว่า	2.หาซื้อยาก
3.เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีรูอยู่แล้ว	3.เป็นแผ่นที่ต้องมาเจาะรูเอง
4.คมกว่า บางกว่า	4.ไม่ค่อยคม หนากว่า
	5.ราคาสูงมาก

รูปที่ 4.2 ส่วนตัวถังเครื่องขอดเกล็ดปลา

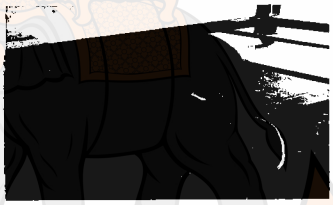
4.2.3 ส่วนมอเตอร์

ใช้มอเตอร์สปลิตเฟส1/3 แรงม้า ตามตารางที่ 2.1และหลักข้อที่ 3.3 เพราะเราได้ทำการเปรียบเทียบกับมอเตอร์สปลิตเฟสขนาด 1/3 1/4 แรงม้า ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบกับมอเตอร์สปลิตเฟสขนาด 1/3 1/4 แรงม้า

มอเตอร์สปลิตเฟสขนาด 1/3	มอเตอร์สปลิตเฟสขนาด 1/4
1.มีกำลังประมาณ 0.33 แรงม้า	1.มีกำลังประมาณ 0.25 แรงม้า
2.ราคาประมาณ 1400 บาท	2.ราคาประมาณ 1300 บาท
3.มีกำลังมากกว่าถ้ามีโหลดเพิ่มขึ้น	3.มีกำลังน้อยกว่าถ้าโหลดเพิ่มขึ้น
4.ป้องกันเวลามอเตอร์ทำงานหนัก	4.มอเตอร์อาจจะทำงานเกินกำลัง

หมายเหตุ: เครื่องขอดเกล็ดปลาจะใช้กำลังประมาณ 0.2203 แรงม้า



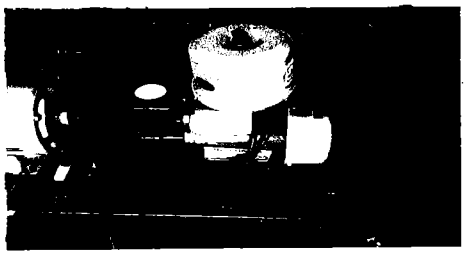
รูปที่ 4.3 มอเตอร์สปลิตเฟส1/3 แรงม้า

4.2.4 ส่วนเครื่องสูบน้ำ

ใช้เครื่องสูบน้ำแบบใบพัด ตามหลักข้อที่ 2.5 และ3.3 เพราะเราได้ทำการเปรียบเทียบกับเครื่องสูบน้ำแบบลูกสูบ ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบเครื่องสูบน้ำแบบใบพัดกับเครื่องสูบน้ำแบบลูกสูบ

เครื่องสูบน้ำแบบใบพัด	เครื่องสูบน้ำแบบลูกสูบ
1.มีน้ำหนักเบากว่า	1.มีน้ำหนักมากกว่า
2.ราคาประมาณ 1300 บาท	2.ราคาประมาณ 1400 บาท
3.ประหยัดไฟฟ้าดีกว่า	3.กินไฟมากกว่าเพราะใช้มอเตอร์เป็นตัวขับ
4.ติดตั้งและดูแลรักษาง่ายกว่า	4.ติดตั้งง่ายแต่ดูและรักษายาก



รูปที่ 4.4 เครื่องสูบน้ำแบบใบพัด

4.2.5 ส่วนถังน้ำ

เราใช้ถังน้ำมันแกนลอนขนาด 200 ลิตร ตามหลักข้อที่ 3.3 เพราะเราได้ทำการเปรียบเทียบกับถังน้ำพลาสติก 200 ลิตร ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 การเปรียบเทียบถังน้ำมันแกนลอนกับถังน้ำพลาสติก

ถังน้ำมันแกนลอน	ถังน้ำพลาสติก
1.ราคาถูกกว่า	1.ไม่เป็นสนิม
2.ทนต่อทำงาน	2.อาจแตกหรือกรอบได้
3.ต่อเติมง่าย	3.หาวัสดุต่อเติมยาก
4.ปรับเปลี่ยนแก้ไขง่าย	4.ปรับเปลี่ยนแก้ไขยาก
	5.ราคาสูง

รูปที่ 4.5 ถังน้ำมันแกนลอน

4.2.6 ส่วนชุดส่งกำลัง

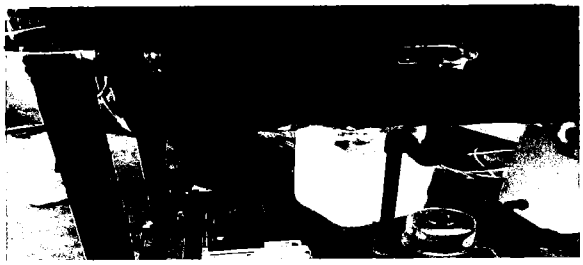
ใช้สายพานลิ่ม (V – Belts) มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู มีความกว้าง 1และ 2 เซนติเมตร เพลาขนาด 1 นิ้ว และพูลเลย์ขนาด 2 , 2.5, 3, 3.5,10, 18 นิ้ว ตามหลักข้อที่ 2.6 และ3.3 เพราะสามารถใช้งานได้ตามลักษณะการใช้งานและสมดุลกับพูลเลย์และตลับลูกปืนที่ใช้งาน ซึ่งหาง่ายในท้องตลาด และราคาถูก

รูปที่ 4.6 มอเตอร์ส่งกำลังผ่านสายพานมายังพูลเลย์ทดตัวที่ 1

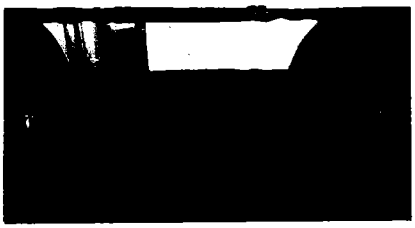
รูปที่ 4.7 พูลเลย์ทดรอบส่งกำลังผ่านสายพานไปตัวเครื่องขอดเกล็ดปลา

4.2.7 ส่วนท่อน้ำ

ใช้ท่อน้ำพีวีซีขาด 4 หุน ตามหลักข้อที่ 3.3



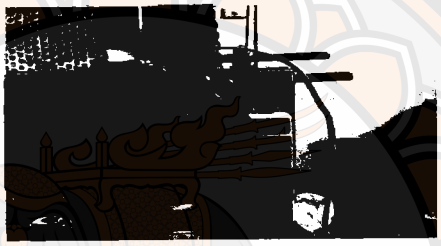
รูปที่ 4.8 ท่อส่งน้ำขึ้นไปฉีดในถัง



รูปที่ 4.9 ท่อที่ฉีดในถัง

4.2.8 ส่วนระบบไฟฟ้า

สามารถควบคลุมระบบมอเตอร์ เครื่องสูบน้ำ ให้สามารถทำงานพร้อมกันและสามารถตั้งเวลาได้ โดยมีส่วนประกอบ แป้นไฟพลาสติก ตัวตั้งเวลา สวิตซ์ On-Off และไฟโชว์



รูปที่ 4.10 ระบบไฟฟ้า

4.3 จัดหาวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ

จากที่ได้ทำการพิจารณา ตามหลักข้อที่ 3.2 แล้ว จึงทำการสำรวจและจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการทำงานโดยจะพิจารณาตามหลักข้อที่ 3.3 ประกอบ

เมื่อได้วัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสมแล้วก็จะนำมาสร้างเครื่องขอดเกล็ดปลาตามที่ได้ออกแบบไว้

4.4 การสร้างเครื่องขอดเกล็ดปลาช่อน

ทำการสร้างเครื่องขอดเกล็ดปลาช่อนให้ตรงตามแบบที่ได้กำหนดไว้โดยดังรูปที่ 4.11

รูปที่ 4.11 รูปเครื่องสำเร็จ

4.5 ทำการทดสอบเชิงสถิติ

ตารางการทดลอง

ตารางที่ 4.6 ตารางการทดลอง

ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	จำนวนปลาที่ผ่านการพิจารณา (ตัว)							
	เวลา (นาที)							
	3		4		5		6	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
56	30	32	58	59	76	75	56	55
65	50	51	72	75	85	85	45	47
75	15	14	18	18	19	18	19	20

หมายเหตุ : การทดลองจะใช้ปลาขนาดที่เท่าๆ กัน (ใกล้เคียงกัน)

4.5.1 ผลเชิงสถิติ

สมการถดถอย

จำนวนปลาที่ผ่านการพิจารณา = 162 + 3.47 (เวลา) - 2.02 (ความเร็วรอบ) **(4.1)**

ตารางที่ 4.7 ANOVA TWO WAY

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	13742.000(a)	11	1249.273	1249.273	.000
Intercept	49686.000	1	49686.000	49686.000	.000
Time	2579.333	3	859.778	859.778	.000
Speed	9621.750	2	4810.875	4810.875	.000
Time * Speed	1540.917	6	256.819	256.819	.000
Error	12.000	12	1.000		
Total	63440.000	24			
Corrected Total	13754.000	23			

a R Squared = .999 (Adjusted R Squared = .998)

สมมติฐาน

1. ทดสอบอิทธิพลของปัจจัยที่ 1 คือ เวลา

H_0 คือ ปัจจัยด้านเวลาในการขอดเกล็ดปลาไม่มีผลต่อการขอดเกล็ดปลา

H_1 คือ ปัจจัยด้านเวลาในการการขอดเกล็ดปลามีผลต่อการขอดเกล็ดปลา

ค่า Sig. > 0.05 จะยอมรับ H_0

ค่า Sig. < 0.05 จะปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1

เนื่องจากค่า Sig. = .000 < 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือ เวลาในการขอดเกล็ดปลามีผลต่อการขอดเกล็ดปลา ซึ่งทำให้การหลุดร่อนของเกล็ดปลาเปลี่ยนไป เมื่อเวลาในการขอดเกล็ดปลาเปลี่ยนไป

2. ทดสอบอิทธิพลของปัจจัยที่ 2 คือ ความเร็วรอบ

H_0 คือ ปัจจัยด้านความเร็วรอบในการขอดเกล็ดปลาไม่มีผลต่อการขอดเกล็ดปลา

H_1 คือ ปัจจัยด้านความเร็วรอบในการขอดเกล็ดปลามีผลต่อการขอดเกล็ดปลา

ค่า Sig. > 0.05 จะยอมรับ H_0

ค่า Sig. < 0.05 จะปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1

เนื่องจากค่า Sig. = .000 < 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือ ความเร็วรอบในการขอดเกล็ดปลามีผลต่อการขอดเกล็ดปลา ซึ่งทำให้การหลุดร่อนของเกล็ดปลาเปลี่ยนไป เมื่อความเร็วรอบในการขอดเกล็ดปลาเปลี่ยนไป

3. ทดสอบอิทธิพลของปัจจัยที่ 3 คือ ความเร็วรอบและเวลา

H_0 คือ ปัจจัยด้านความเร็วรอบและเวลาในการขอดเกล็ดปลาไม่มีผลต่อการขอดเกล็ดปลา

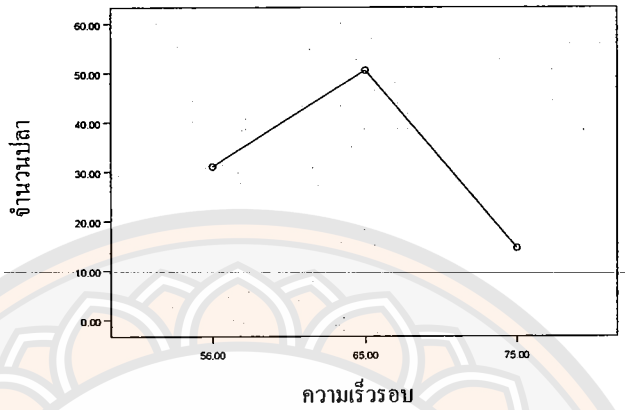
H_1 คือ ปัจจัยด้านความเร็วรอบและเวลาในการขอดเกล็ดปลามีผลต่อการขอดเกล็ดปลา

ค่า Sig. > 0.05 จะยอมรับ H_0

ค่า Sig. < 0.05 จะปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1

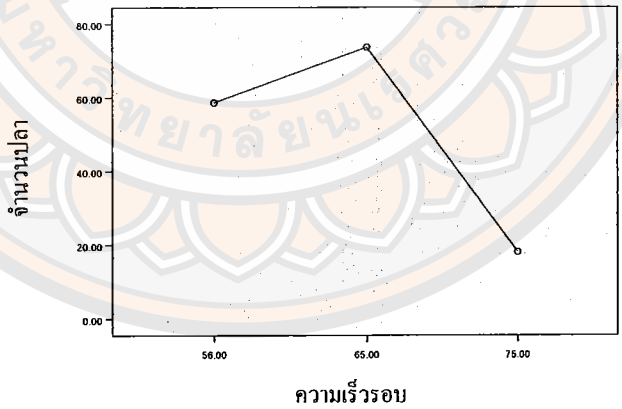
เนื่องจากค่า Sig. = .000 < 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือ ความสัมพันธ์ร่วมระหว่างความเร็วรอบและเวลาในการขอดเกล็ดปลามีผลต่อการขอดเกล็ดปลา ซึ่งทำให้การหลุดล่วงของการขอดเกล็ดปลาเปลี่ยนไป เมื่อความเร็วรอบและเวลาในการขอดเกล็ดปลาเปลี่ยนไป

เมื่อนำค่าที่ได้มาแสดงเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับจำนวนปลาที่ผ่านการพิจารณาที่ใช้ในการขอดเกล็ดปลา ที่เวลา 3 ,4 ,5 ,6 นาที ทั้ง 2 ทดลอง จะเป็นไปตามรูปที่ 4.12, 4.13, 4.14, 4.15



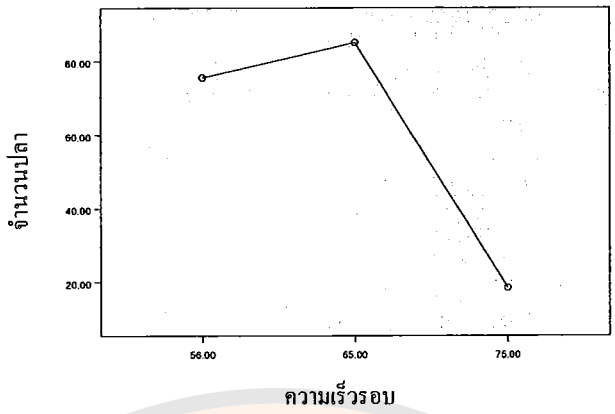
รูปที่ 4.12 กราฟที่เวลา 3 นาที

จากกราฟที่เวลา 3 นาที ที่ความเร็วรอบ 56, 65และ75 จะได้จำนวนปลาประมาณ 31, 50.5, และ14.5 ตามลำดับ



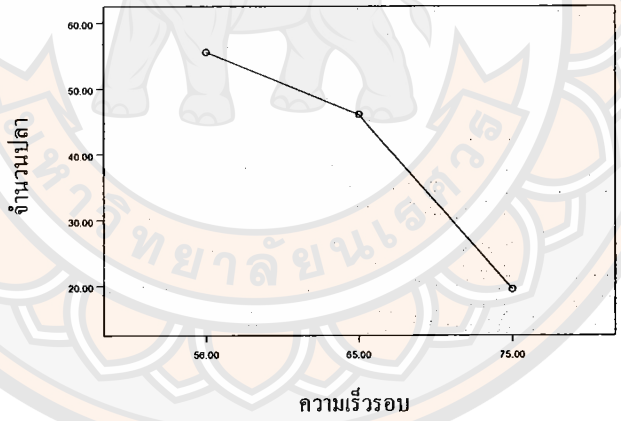
รูปที่ 4.13 กราฟที่เวลา 4 นาที

จากกราฟที่เวลา 4 นาที ที่ความเร็วรอบ 56, 65และ75 จะได้จำนวนปลาประมาณ 58.5, 73.5และ18 ตามลำดับ



รูปที่ 4.14 กราฟที่เวลา 5 นาที

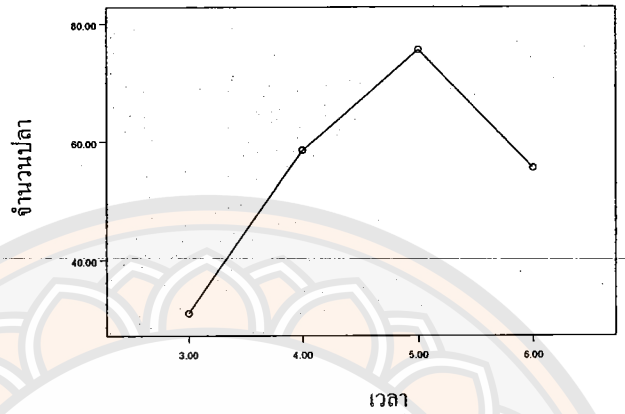
จากกราฟที่เวลา 5 นาที ที่ความเร็วรอบ 56, 65และ75 จะได้จำนวนปลาประมาณ 75.5, 85 และ18.5 ตามลำดับ



รูปที่ 4.15 กราฟที่เวลา 6 นาที

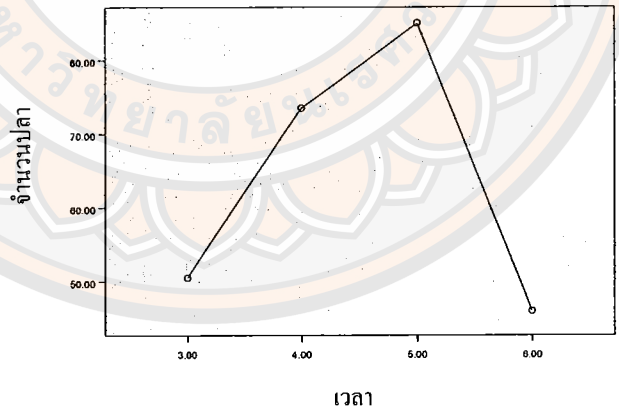
จากกราฟที่เวลา 6 นาที ที่ความเร็วรอบ 56, 65และ75 จะได้จำนวนปลาประมาณ 55.5, 46 และ19.5 ตามลำดับ

เมื่อนำค่าที่ได้มาแสดงเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนปลาที่ผ่านการพิจารณาที่ใช้ในการขอดเกล็ดปลา ที่ความเร็วรอบที่ 56, 65และ75 รอบ/นาที ทั้ง 2 การทดลองจะเป็นไปตามรูปที่ 4.16, 4.17, 4.18



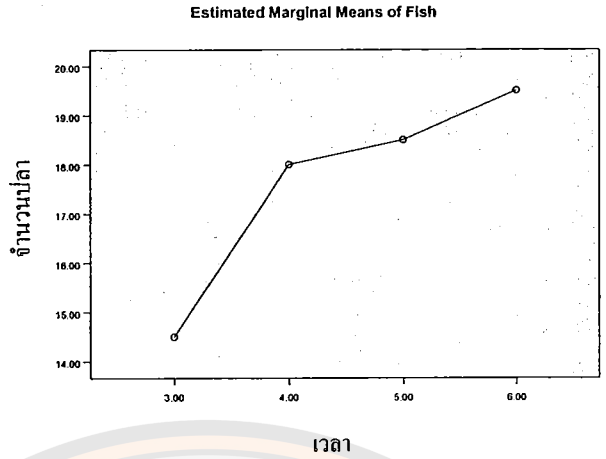
รูปที่ 4.16 กราฟที่ความเร็วรอบ 56 รอบ/นาที

จากกราฟที่ความเร็วรอบ 56 รอบ/นาที ที่เวลา 3, 4, 5และ6 จะได้จำนวนปลาประมาณ 31, 58.5, 75.5,และ55.5 ตามลำดับ



รูปที่ 4.17 กราฟที่ความเร็วรอบ 65 รอบ/นาที

จากกราฟที่ความเร็วรอบ 65 รอบ/นาที ที่เวลา 3, 4, 5และ6 จะได้จำนวนปลาประมาณ 50.5, 73.5, 85และ46 ตามลำดับ

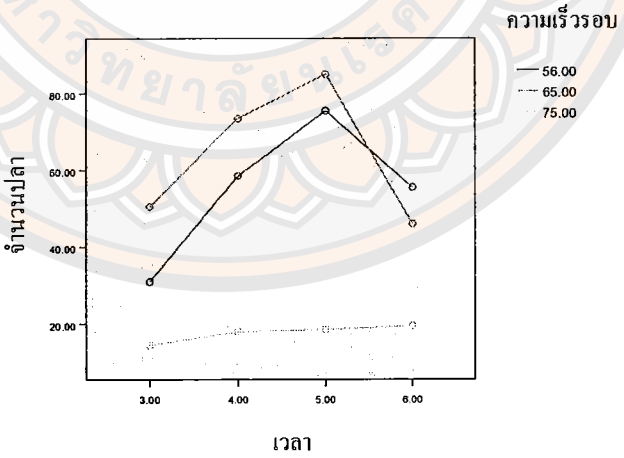


รูปที่ 4.18 กราฟที่ความเร็วรอบ 75 รอบ/นาที

จากกราฟที่ความเร็วรอบ 75 รอบ/นาที ที่เวลา 3, 4, 5และ6 จะได้จำนวนปลาประมาณ 14.5, 18, 18.5และ19.5 ตามลำดับ

ผลการทดลอง

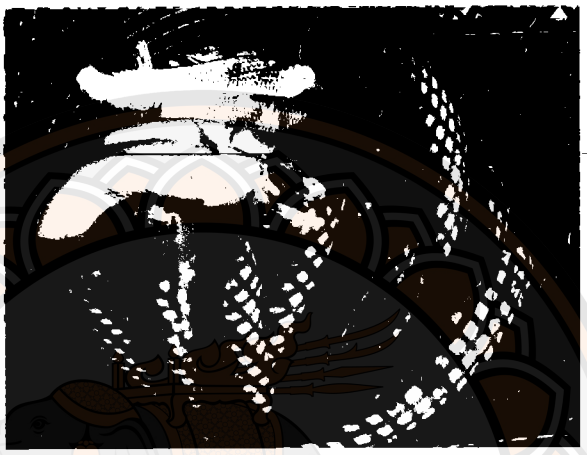
จากการทดสอบเครื่องขอดเกล็ดปลาโดยทำการขอดเกล็ดปลาในแต่ละระดับของความเร็วรอบและเวลาจะได้จำนวนปลาที่ผ่านการพิจารณา ทั้ง 2 การทดลองจะเป็นไปตามรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนปลา

จากกราฟแสดงว่าความเร็วรอบมีผลต่อการขอดเกล็ดปลา เวลามีต่อการขอดเกล็ดปลา แต่ความเร็วรอบจะมีผลมากกว่าเวลา

ดังนั้นจึงเลือกใช้ความเร็วรอบที่ 65 รอบ/นาที ระยะเวลา 5 นาที ที่จะเหมาะสมที่สุดโดยจะทำให้สามารถขอดเกล็ดปลาได้ที่น้ำหนักรวมของปลาอยู่ที่ 10 กิโลกรัม มีประสิทธิภาพการขอดเกล็ดปลาอยู่ที่ 85 % โดยแต่ละตัวเกล็ดปลาจะหลุดร่อนอยู่ที่ 100 %ไม่รวมส่วนที่เป็นหัวปลา



รูปที่ 4.20 ปลาที่ผ่านการทดลอง

รูปที่ 4.21 ปลาที่ผ่านการทดลอง

4.6 การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน: กำหนดให้จุดคุ้มทุนเท่ากับ Q กิโลกรัม/วัน

ทางเลือกที่ 1 : ใช้แรงงานคนในการขอดเกล็ดปลา

รายละเอียด 1. ค่าแรงงานประมาณกิโลกรัมละ 3 บาท

2. คนงาน 1 คน สามารถขอดเกล็ดปลาได้ประมาณ 50 กิโลกรัม/วัน

ถ้าคนงานขอดเกล็ดปลาได้ Q กิโลกรัมมีค่าใช้จ่าย 3Q บาท/วัน

สมการจุดคุ้มทุน

$$TC_1 = 3Q \quad (4.2)$$

ทางเลือกที่ 2 : ใช้เครื่องขอดเกล็ดปลาช่วยโดยใช้แรงงานคน 1 คนควบคุม

ตารางที่ 4.8 ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการสร้างเครื่องขอดเกล็ดปลา

ลำดับ	รายการค่าใช้จ่าย	ราคา	หมายเหตุ
1	ค่าวัสดุ อุปกรณ์และการติดตั้ง	6,000บาท/เครื่อง	อายุการใช้งาน 5 ปี
2	ค่าไฟฟ้า	10 บาท/วัน	
3	ค่าน้ำ	30 บาท/วัน	
4	ค่าแรงงาน	150 บาท/คน/วัน	
5	ค่าบำรุงรักษา	500 บาท/ปี	ค่าบำรุงรักษาและอะไหล่สำรอง

หมายเหตุ: คิดที่ i = 7% ต่อปี หรือประมาณ 0.02 % ต่อวัน

ดังนั้น ค่าใช้จ่ายคงที่(FC) = 3.90 +1.42+10+30 = 45.32 บาท/วัน

เครื่องขอดเกล็ดปลา สามารถขอดเกล็ดปลาได้ 960 กิโลกรัม/วัน

ถ้าเครื่องขอดเกล็ดปลาได้ Q กิโลกรัม สามารถขอดเกล็ดปลาได้ Q/960 วัน

ค่าแรงคนคุมเครื่อง= 150 บาท/วัน

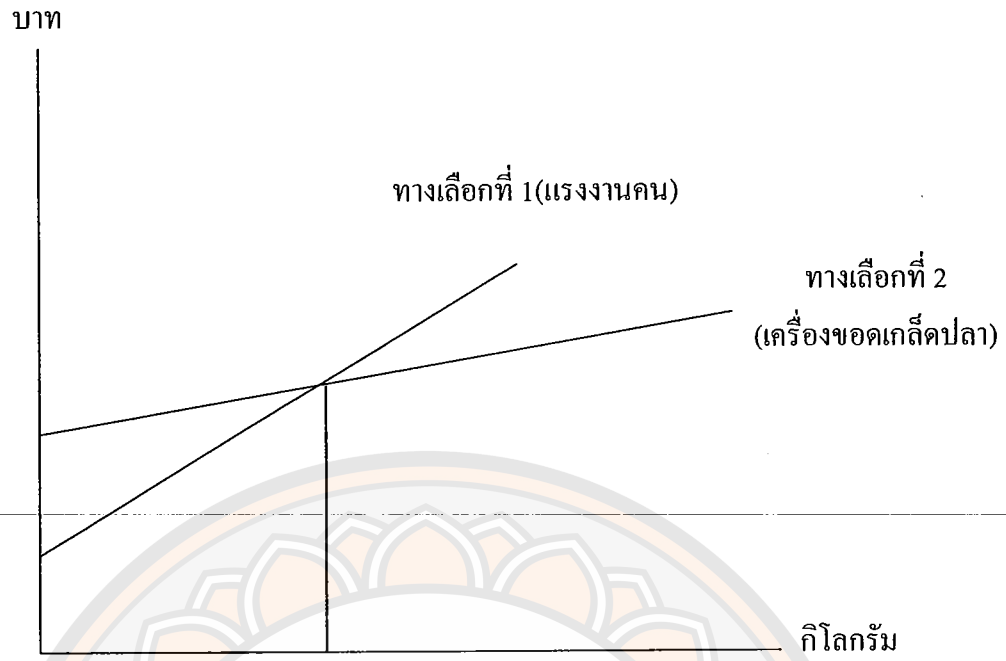
$$VC = (Q/960)x150 = 0.1563Q \quad (4.3)$$

สมการจุดคุ้มทุน

$$TC_2 = 45.32 + 0.1563Q \quad (4.4)$$

สมการจุดคุ้มทุนกรณี 2 ทางเลือก คือ $TC_1 = TC_2$ (4.5)

จากการคำนวณจะได้จุดคุ้มทุน Q = 15.94 กิโลกรัม/วัน



รูปที่ 4.22 กราฟแสดงจุดตัดของสมการจุดคุ้มทุนกรณี 2 ทางเลือก

สรุปการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์

จากกราฟจะเห็นว่าจุดคุ้มทุนอยู่ที่ 15.94 กิโลกรัม/วัน ดังนั้นถ้าหากมีการขอดเกล็ดปลาในปริมาณที่น้อยกว่า 15.94 กิโลกรัม/วัน ควรเลือกในทางเลือกที่ 1 คือใช้แรงงานคนในการขอดเกล็ดปลาจะคุ้มทุนกว่า แต่ถ้าหากมีการขอดเกล็ดปลาในปริมาณที่มากกว่าหรือเท่ากับ 15.94 กิโลกรัม/วัน ควรเลือกทางเลือกที่ 2 คือใช้เครื่องขอดเกล็ดปลา ในการขอดเกล็ดปลาจะทำให้คุ้มทุนต่อต้นทุนที่ 6,000 บาท

4.7 การทดสอบ แก้ไขและประเมินผลหลังปรับปรุงเครื่องขอดเกล็ดปลา

4.7.1 การทดสอบเครื่องขอดเกล็ดปลา

4.7.1.1 ทดสอบในส่วนของโครงสร้างที่ใช้รองรับน้ำหนักของเครื่อง โครงสร้างสามารถรับน้ำหนักและภาระขณะเครื่องกำลังทำงานได้โดยไม่มีการบิดเบี้ยวหรือเสียรูปร่างและสามารถรับน้ำหนักและภาระได้ 100 %

4.7.1.2 ทดสอบในส่วนของการขอดเกล็ดปลา จากการทดลอง ปลาที่ผ่านกระบวนการขอดเกล็ดออกมานั้นมีลักษณะความหลุดร่อนของเกล็ดปลาตรงตามความต้องการ โดยมีมาตรฐานอยู่ที่ 80 % ขึ้นไป บันทึกผลและนำผลที่ได้มาคำนวณทางสถิติเพื่อหาประสิทธิภาพในการขอดเกล็ดปลา

4.7.1.3 ทดสอบด้านความเร็วรอบในการขอดเกล็ดปลาเพื่อหาความเร็วรอบที่เหมาะสมในแต่ละการทดลอง ได้ความเร็วรอบและเวลาที่เหมาะสมในการขอดเกล็ดปลา คือ ที่ความเร็วรอบ 65 รอบ/นาที ในเวลา 5 นาที จะได้ประสิทธิภาพเครื่องขอดเกล็ดปลา 85 % โดยแต่ละตัวเกล็ดปลาจะหลุดร่อนอยู่ที่ 100 %ไม่รวมส่วนที่เป็นหัวปลา

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

เครื่องขอดเกล็ดปลามีประสิทธิภาพในการขอดเกล็ดปลาช่อนที่ 10 กิโลกรัม โดยปลาช่อนมีขนาด 0.1 กิโลกรัม / ตัว ได้ประมาณ 85 % ที่ความเร็วรอบ 65 รอบ/นาที ในเวลา 5 นาที ซึ่งปลาแต่ละตัวจะมีการหลุดร่อนของเกล็ดปลาที่ 100 % โดยที่ไม่รวมส่วนหัวของปลา

ถ้าหากมีการขอดเกล็ดปลาในปริมาณที่น้อยกว่า 15.94 กิโลกรัม/วัน ควรเลือกใช้แรงงานคนในการขอดเกล็ดปลาจะคุ้มทุนกว่า แต่ถ้าหากมีการขอดเกล็ดปลาในปริมาณที่มากกว่าหรือเท่ากับ 15.94 กิโลกรัม/วัน ควรเลือกใช้เครื่องขอดเกล็ดปลา ในการขอดเกล็ดปลาจะทำให้คุ้มทุนต่อต้นทุนที่ 6,000 บาท

5.2 ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการดำเนินงาน การประเมินผลหลังการปรับปรุงและการแก้ไข

5.2.1 ปัญหาด้านวัสดุอุปกรณ์

1) วัสดุบางอย่างหายาก เช่น ตะแกรงรู 4 เหลี่ยม
แก้ไข ใช้รูตะแกรงรูกลมแทน

2) วัสดุบางอย่างเกิดสนิม
แก้ไข ทำความสะอาดทาน้ำมันกันสนิมหรือพ่นสี

5.2.2 ปัญหาด้านการปฏิบัติงาน

1) เครื่องมือที่ใช้ในการทำงานมีไม่เพียงพอกลับการปฏิบัติงาน
แก้ไข หาเครื่องมือมาใช้ส่วนตัวและมาปฏิบัติงานแต่เช้า

2) มีน้ำกระเด็นออกมาขณะทำงาน
แก้ไข นำผ้ายางมาติดบริเวณขอบฝาถังเปิด-ปิด

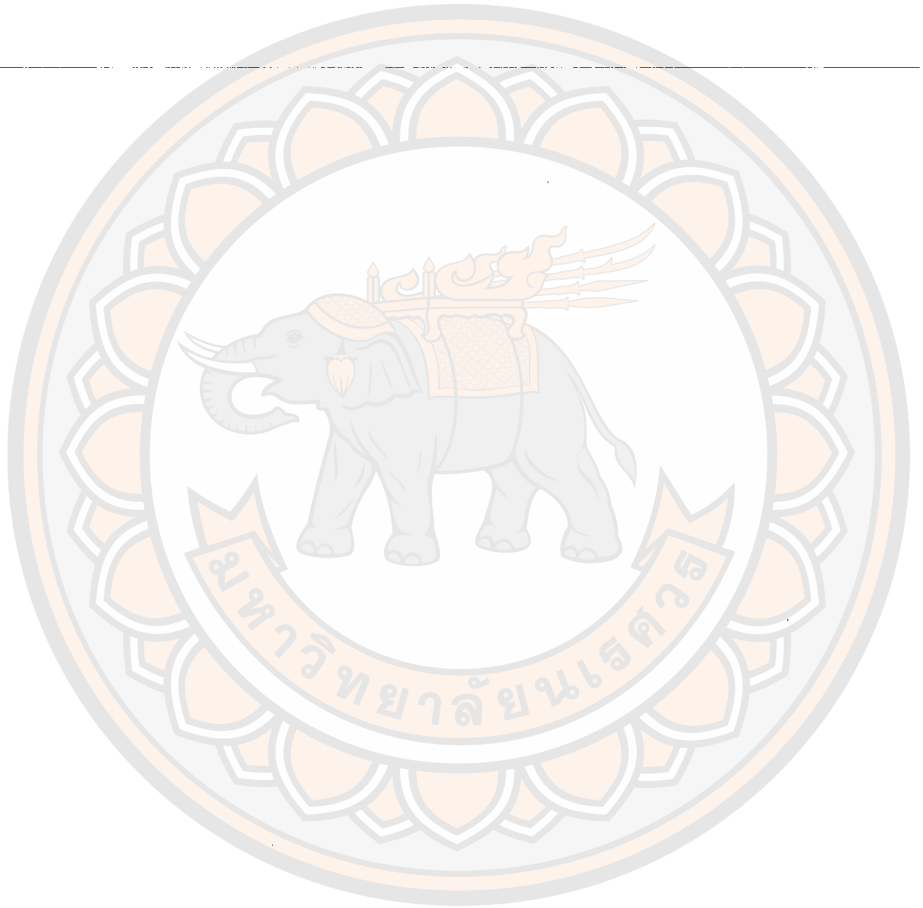
5.2.3 การประเมินผลหลังการปรับปรุง

นำข้อมูลที่ได้จากการจดบันทึกข้อมูลระหว่างทำการทดลองมาประเมินการทำงานของเครื่องโดยประเมินผลได้ตามหลักข้อที่ 4.5

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ก่อนใช้งานเครื่องขอดเกล็ดปลา ควรตรวจสอบในส่วนของการทำงานของ สายพานส่งกำลัง พูลเลย์ มอเตอร์ ปั้มน้ำ ตัวถังขอดเกล็ดปลา

5.3.2 หลังการใช้งานทุกครั้งควรทำความสะอาดทันทีและเช็ดหรือตากแดดให้แห้งพร้อมทาน้ำมันกันสนิมด้วย



บรรณานุกรม

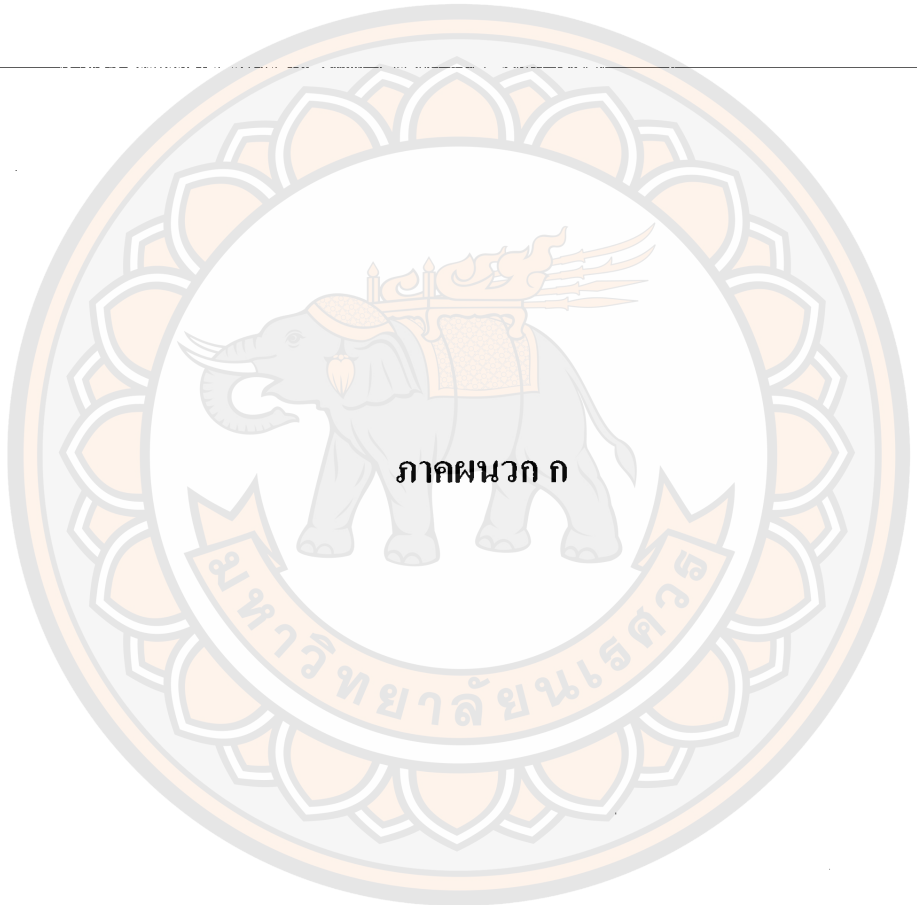
ชำเลียง รัตนสุข . **การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอุตสาหกรรม** . พิมพ์ครั้งที่ 1 . (พ.ศ. 2541) สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

ดุสิต สูรย์ราช . **มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ** . พิมพ์ครั้งที่ 1. (พ.ศ. 2538) สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

ศ.ดร. วริทธิ์ อึ้งภาภรณ์. **การออกแบบเครื่องจักรกลเล่ม 1**. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด. 2537

ศ.ดร. วริทธิ์ อึ้งภาภรณ์. **การออกแบบเครื่องจักรกลเล่ม 2**. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด. 2537

ศ.ดร. วริทธิ์ อึ้งภาภรณ์, รศ.ชาญ ฉนัดงาน.**การออกแบบเครื่องจักรกล**. พิมพ์ครั้งที่ 1. พ.ศ. (2545) บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)



ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องขอดเกล็ดปลา

ลักษณะสำคัญของเครื่องขอดเกล็ดปลาช่อน

ตารางที่ ก.1 ลักษณะสำคัญของเครื่องขอดเกล็ดปลาช่อน

การใช้งาน	ใช้ขอดเกล็ดปลาช่อน
วัตถุดิบ	ปลาช่อนขนาด 0.1 กิโลกรัม/ตัวและเป็นปลาที่ตายมาแล้วไม่ต่ำกว่า 6 ชั่วโมง
ลักษณะผลิตภัณฑ์สำเร็จ	ปลาช่อนที่ขอดเกล็ดมีประสิทธิภาพประมาณ 85 %ของจำนวนปลาทั้งหมดและแต่ละตัวใน 85 %เกล็ดปลาต้องหลุด 100%
ขนาดของมอเตอร์	1/3 แรงม้า
ขนาดของปั๊มน้ำ	Capacity 40 ลิตร/นาที
ความเร็วรอบที่เหมาะสม	65 รอบ/นาที

ข้อควรปฏิบัติในการใช้งาน

1.ตรวจสอบความพร้อมของเครื่องขอดเกล็ดปลาก่อนการใช้งาน เช่น สายไฟ ข้อต่อพีวีซี ปั๊มน้ำ มอเตอร์ สายพาน พูลเลย์ ตัวขอดเกล็ดปลา ถังน้ำ เป็นต้น

2.ควรระวังระบบไฟฟ้าและมอเตอร์ของเครื่องขอดเกล็ดปลา เนื่องมีการใช้น้ำในระบบขอดเกล็ด อาจเป็นอันตรายต่อผู้ใช้งานได้

3.หลังการใช้งานทุกครั้งควรทำความสะอาดให้เรียบร้อย

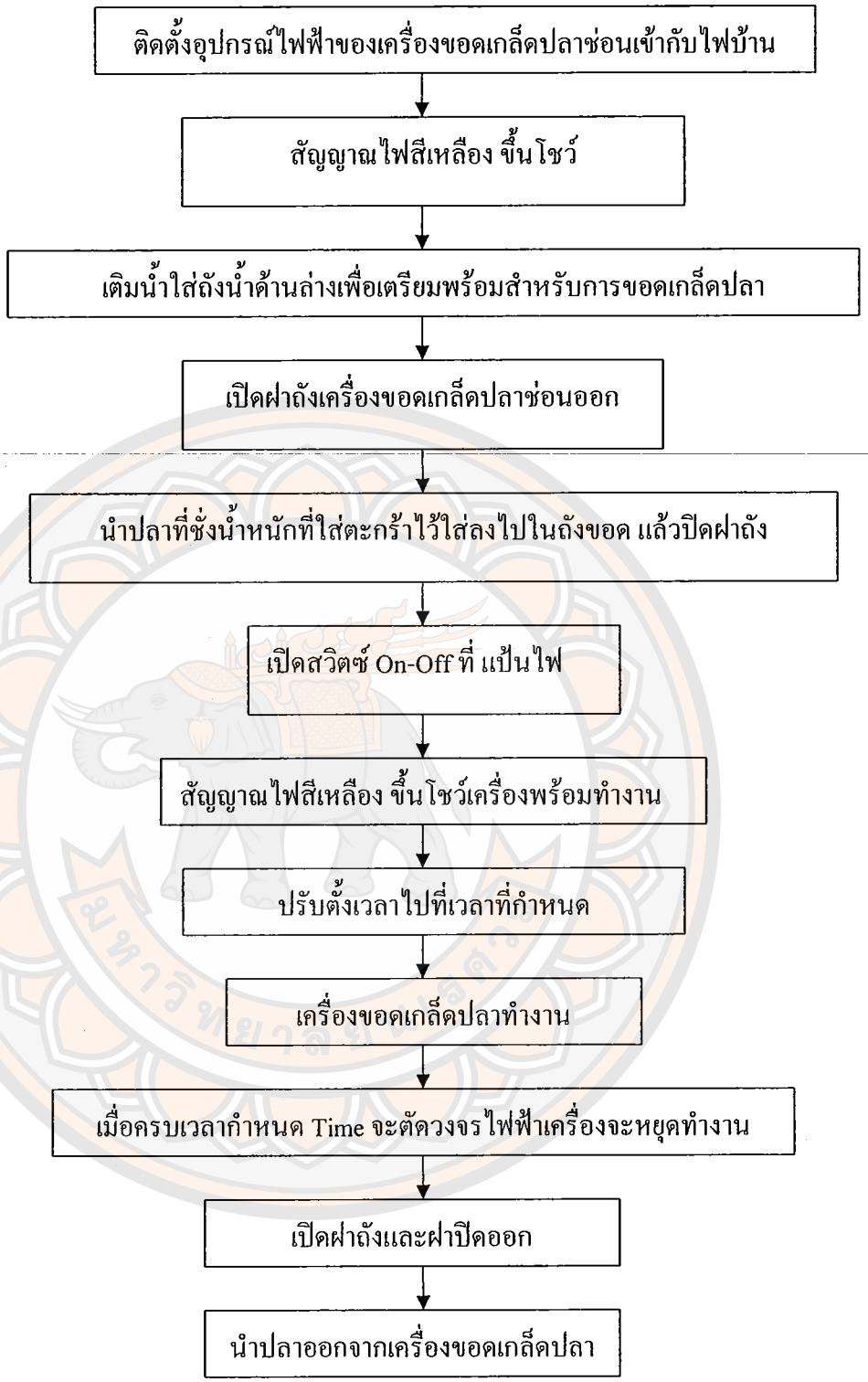
การบำรุงรักษา

1.นำเกล็ดปลาออกจากเครื่องและทำคามสะอาดให้เรียบร้อย

2.นำผ้ามาเช็ดน้ำบริเวณถังขอดภายในและถังภายนอกให้แห้งสนิท

3.ทำความสะอาดถังน้ำให้สะอาดและแห้ง

4.ทาน้ำยากันสนิม ผึ่งแดด และเก็บเข้าในร่มให้เรียบร้อย



รูปที่ ก.1 ผังการทำงานของเครื่องขอดเกล็ดปลาช่อน

ภาคผนวก ข

อัตราทด 2 = พูลเลย์ตาม / พูลเลย์ขับ

= 18/(2.5 , 3 ,3.5, 4 ,4.5)

= (5.14 ,4.5, 4)

อัตราทดรวม = อัตราทด 1 x อัตราทด 2

= 5x(7.2 , 6 , 5.14 , 4.5, 4)

=(25.7, 22.5 , 20)

การหาความเร็วรอบของพูลเลย์

ความเร็วรอบของพูลเลย์ตามสุดท้าย = ความเร็วรอบมอเตอร์ตั้งต้น / อัตราทดรวม

= 1440/(25.7, 22.5 , 20)

= (56 ,64 ,72)

ความเร็วรอบที่เราใช้ คือ 56,65,75 ดังนั้นจากความเร็วที่เราคำนวณได้จะเป็นค่าที่ใกล้เคียงเราจึงปรับความตึงหย่อนของสายพานเพื่อให้ได้ความเร็วรอบที่ต้องการแทน

การตรวจสอบการถดถอยของข้อมูล

สมการถดถอย

จำนวนปลาที่ผ่านการพิจารณา = 162 + 3.47 (เวลา) - 2.02 (ความเร็วรอบ)

ตารางที่ ข.1 ตารางการทดสอบข้อมูล

เวลา	ความเร็วรอบ	จำนวนปลาจากสูตรการคำนวณ	จำนวนปลาจากการทดลอง	D	D^2
3	56	59.29	30	29.29	857.9041
4	56	62.76	58	4.76	22.6576
5	56	66.23	76	-9.77	95.4529
6	56	69.7	56	13.7	187.69
3	56	59.29	32	27.29	744.7441
4	56	62.76	59	3.76	14.1376
5	56	66.23	75	-8.77	76.9129
6	56	69.7	55	14.7	216.09
3	65	41.11	50	-8.89	79.0321

4	65	44.58	72	-27.42	751.8564
5	65	48.05	85	-36.95	1365.303
6	65	51.52	45	6.52	42.5104
3	65	41.11	51	-9.89	97.8121
4	65	44.58	75	-30.42	925.3764
5	65	48.05	85	-36.95	1365.303
6	65	51.52	47	4.52	20.4304
3	75	20.91	15	5.91	34.9281
4	75	24.38	18	6.38	40.7044
5	75	27.85	18	9.85	97.0225
6	75	31.32	19	12.32	151.7824
3	75	20.91	14	6.91	47.7481
4	75	24.38	18	6.38	40.7044
5	75	27.85	18	9.85	97.0225
6	75	31.32	20	11.32	128.1424
				$\sum D$ = 4.4	$\sum D^2$ =7501.267
				$\left(\sum D\right)^2$ =19.36	
				t=0.238	

ขั้นตอนการทดสอบสมมติฐาน

1. ตั้งสมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ยของเวลาและความเร็วรอบทั้ง ไม่แตกต่างกัน คือ $\mu_1 = \mu_2$

H_1 : ค่าเฉลี่ยของเวลาและความเร็วรอบทั้ง แตกต่างกัน คือ $\mu_1 \neq \mu_2$

2. กำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบ α = 0.05

3. เลือกตัวสถิติที่เหมาะสม

ความแปรปรวนของค่าความแข็งเท่ากัน คือ $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$

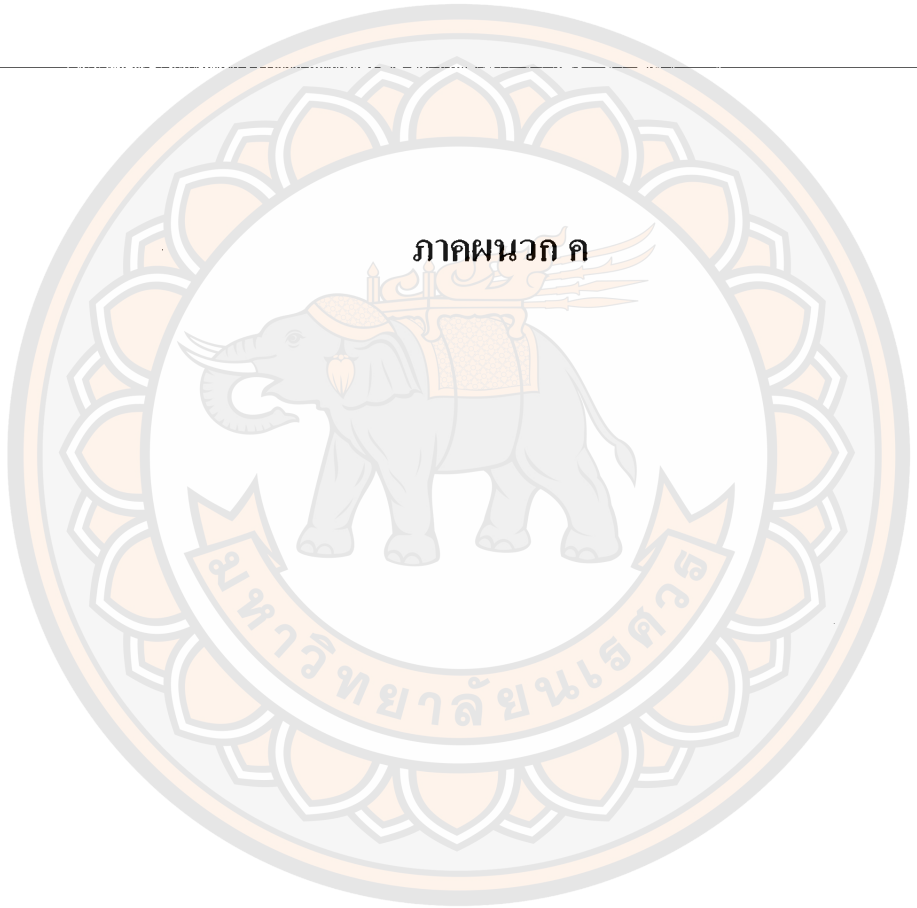
ตัวสถิติ : $t = \dfrac{\sum D}{\sqrt{\dfrac{N\sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$

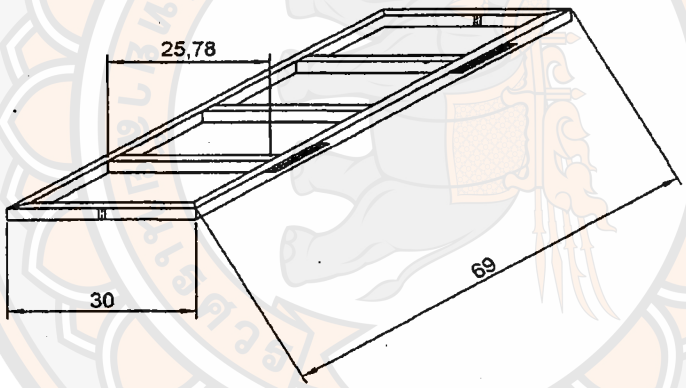
$$t = \frac{4.4}{\sqrt{\dfrac{(24)(7501.267) - 19.36}{24-1}}}$$

t = 0.238

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าจำนวนปลาจากการทดลองและค่าจำนวนปลาจากการพยากรณ์แล้ว จะเห็นว่าค่าจำนวนปลาทั้งสอง ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งหมายความว่า ข้อมูลที่ได้จากการทดลองและข้อมูลจากการพยากรณ์ซึ่งได้จากสมการถดถอยนั้นสอดคล้องกัน และสามารถนำสมการถดถอยนี้มาคำนวณหาค่าความแข็งพยากรณ์ได้

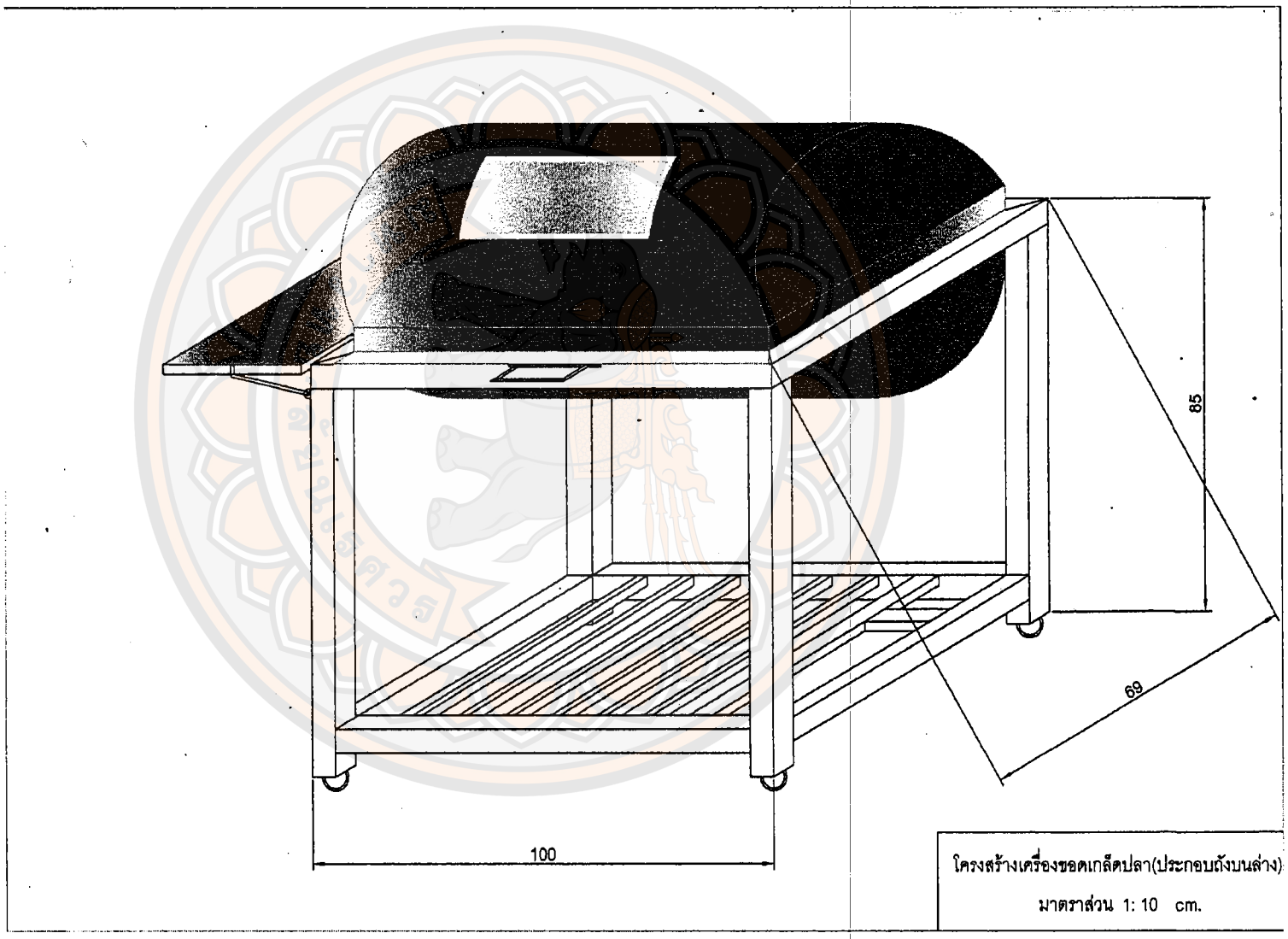
ภาคผนวก ค



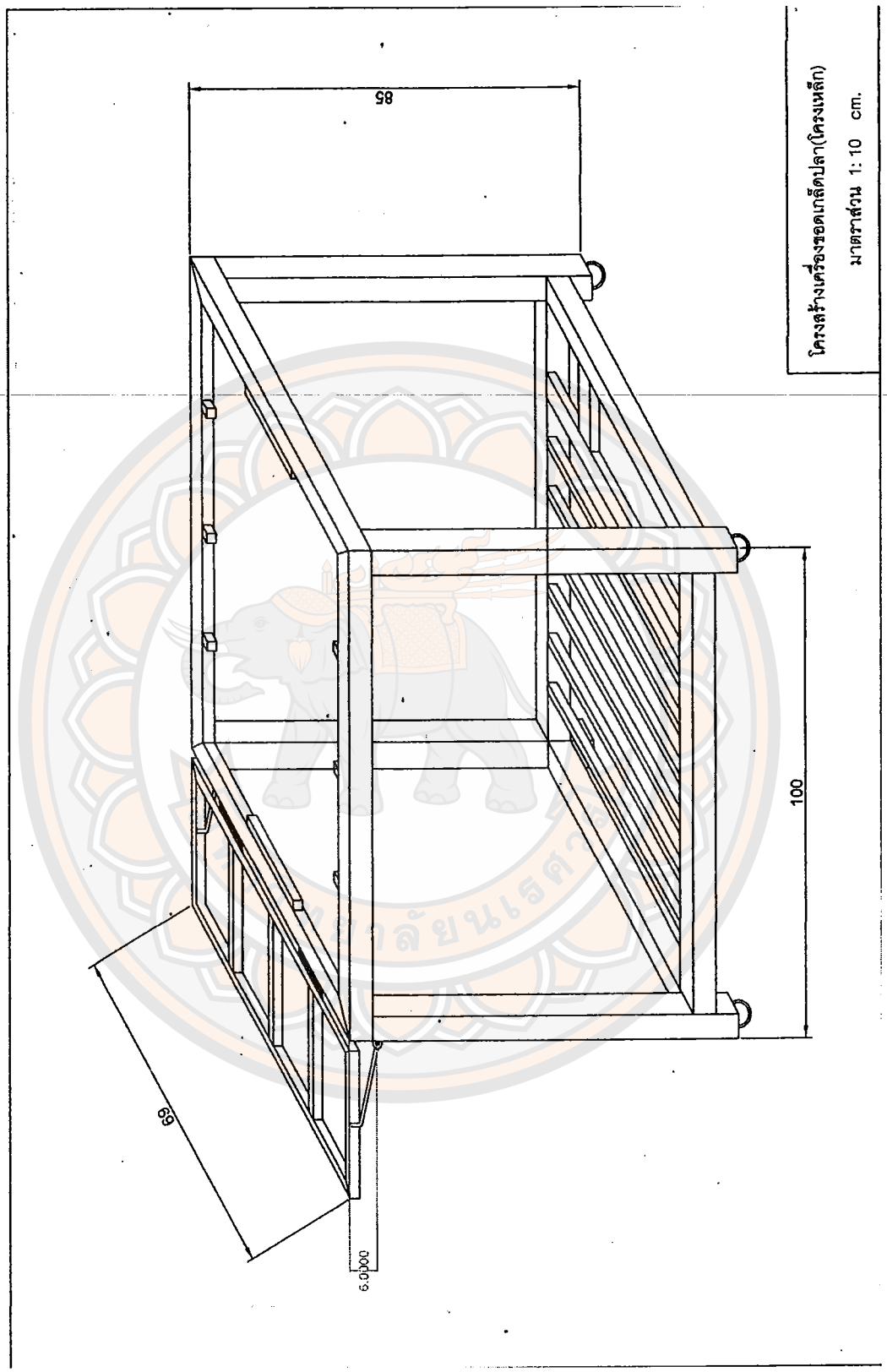


โครงสร้างเครื่องขอดเกล็ดปลา (ชั้นวางของ)
มาตราส่วน 1: 10 cm

รูปที่ ค.1 ชั้นวางของ

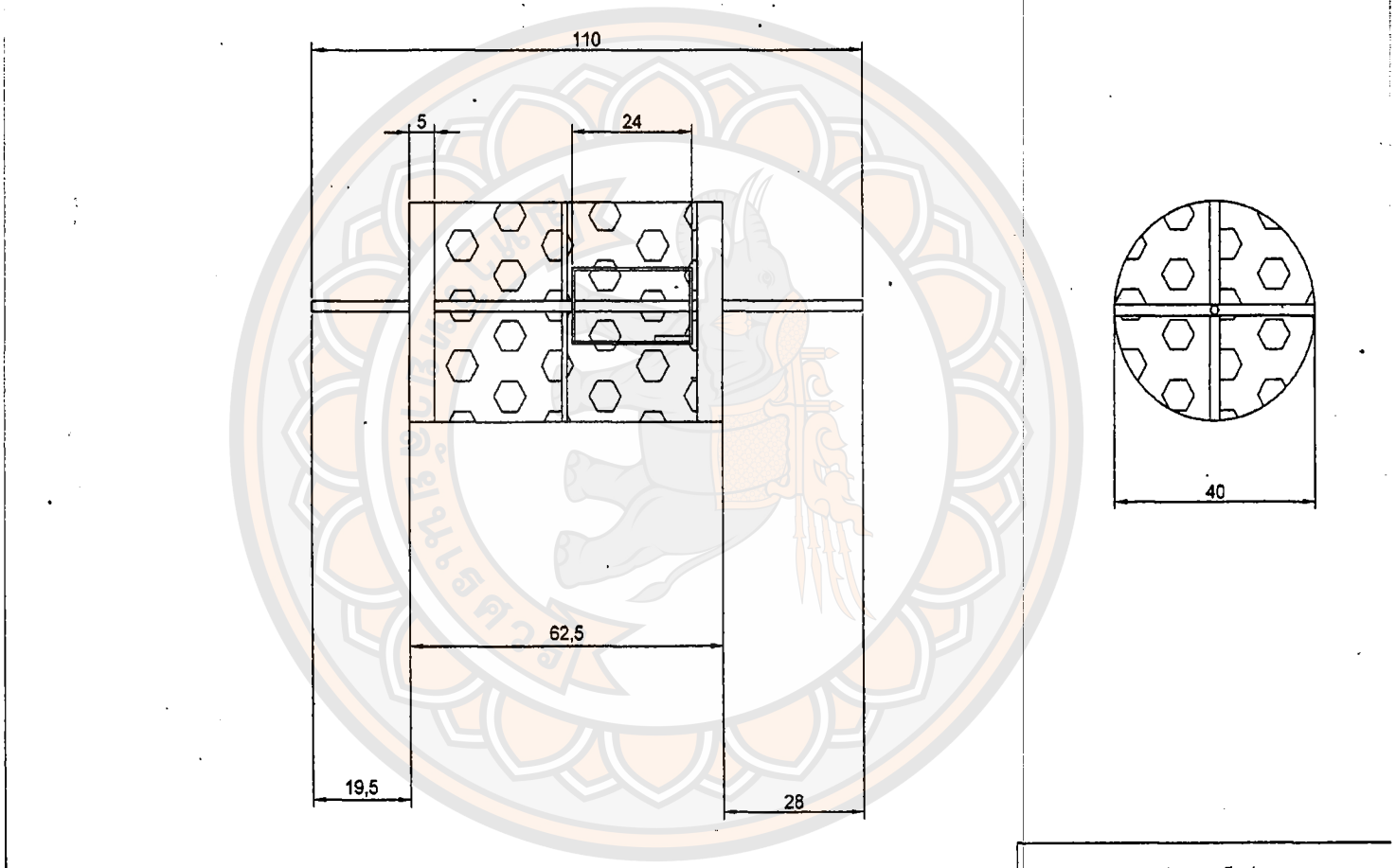


รูปที่ ค.2 ประกอบถัง

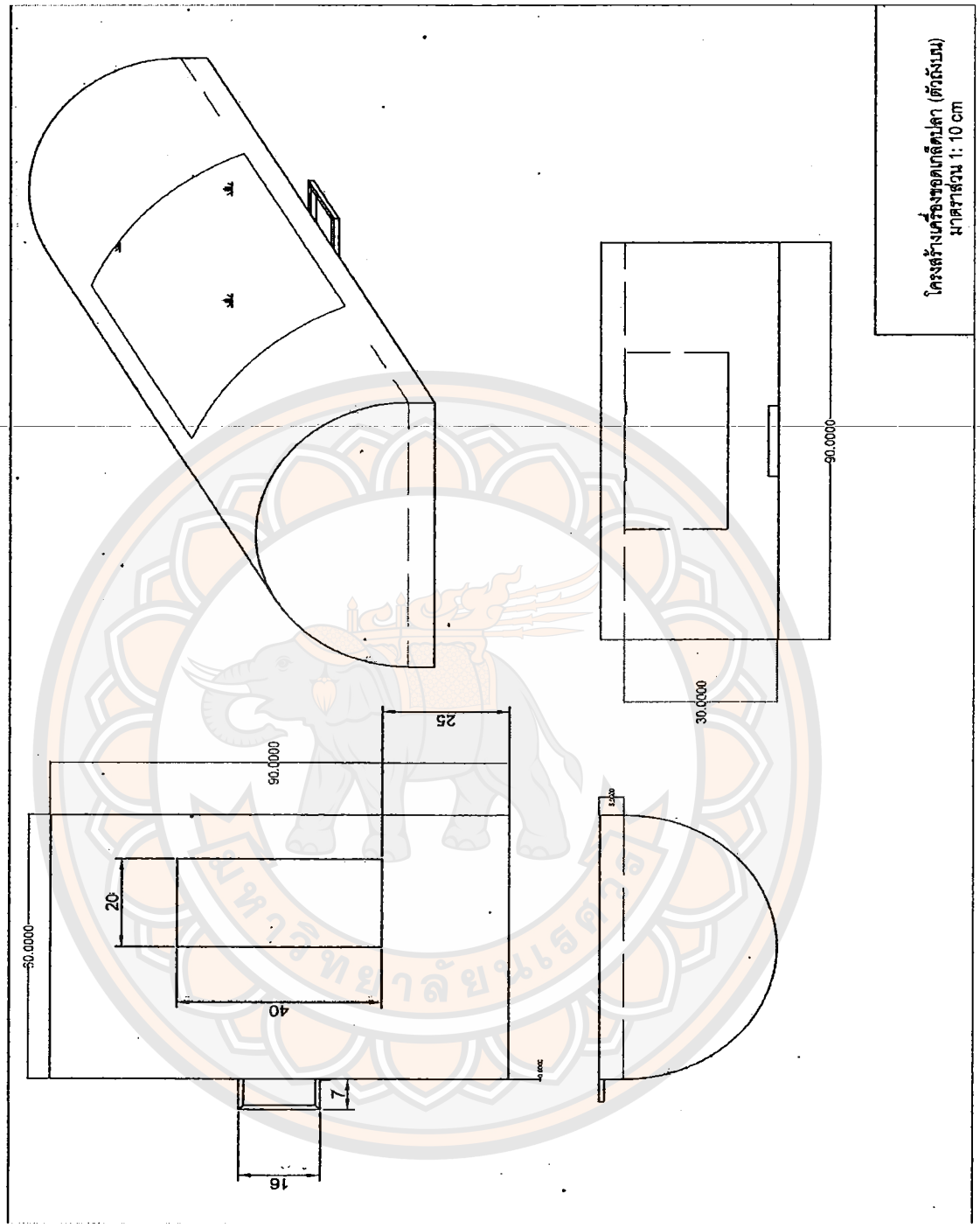


รูปที่ ค.3 โครงเหล็ก

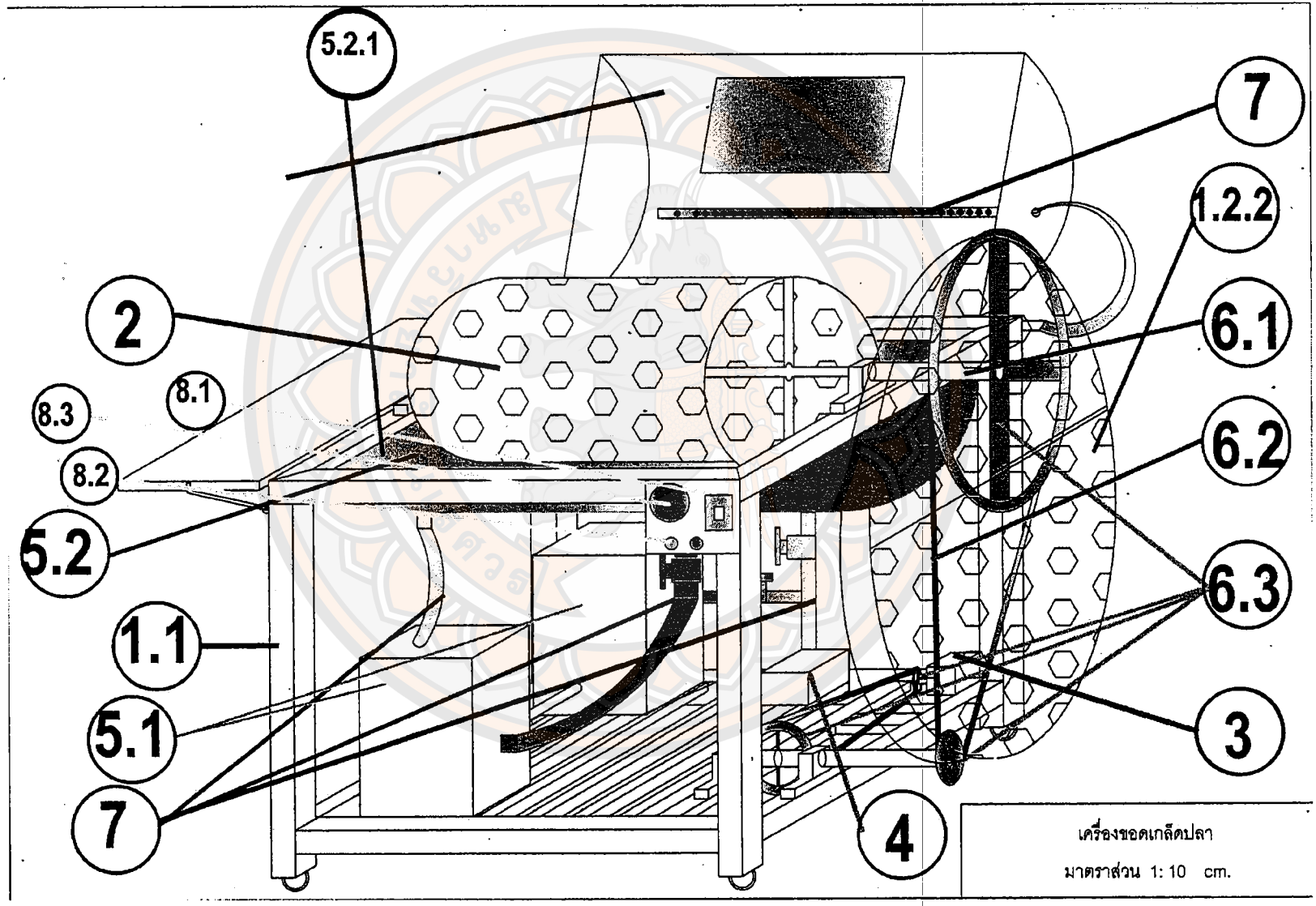
MISSING



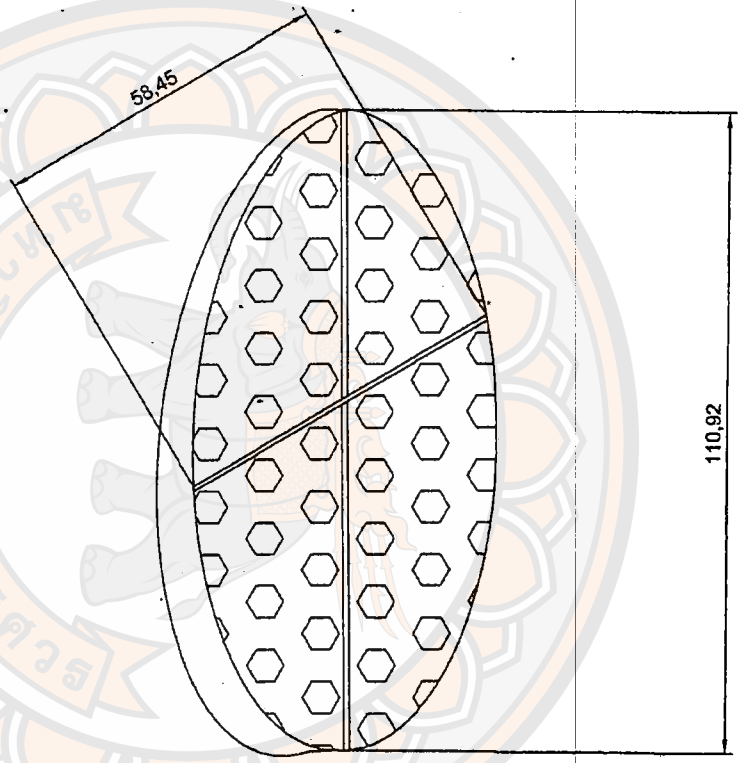
รูปที่ ค.6 ถังขอดเกล็ดปลา



รูปที่ ค. 7 ตัวอย่างงาน



รูปที่ ค. 8 เครื่องขอดเกล็ดปลา



ที่ป้องกันสายพานกับพูลเลย์

มาตราส่วน 1: 10 cm.

รูปที่ ค. 9 ที่ป้องกันสายพากับพุลเลย์