ออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง

ปริญญานิพนธ์

ของ

สุริยา ทองนวล

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตสาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา

เมษายน 2546

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ว361.15
ส124อ
ร.3

ออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง

17 พ.ย. 2548

บทคัดย่อ

ของ

สุริยา ทองนวล

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา
เมษายน 2546

ว 361.15

สุริยา ทองนวล. (2546). *ออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำลูกกลิ้ง* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : อาจารย์ ดร. อุปวิทย์ สุวคันธกุล. อาจารย์โอภาส สุขหวาน.

จุดมุ่งหมายในการวิจัยครั้งนี้คือ ออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง และศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำตามมาตรฐานของเจริญโภคภัณฑ์ โดยเครื่องสามารถคัดได้ขนาดกุ้งกุลาดำถูกต้องทั้ง 4 ขนาด เป็นจำนวนไม่น้อยกว่า 250 กิโลกรัม ต่อชั่วโมง และมีความบอบช้ำอยู่ในระดับต่ำและนอกเหนือจากจุดมุ่งหมายการวิจัยผู้วิจัยได้นำเสนอถึงลักษณะทางกายภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำเพิ่มเติม โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ประเมิน จำนวน 3 คน ซึ่งประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเครื่องกล จำนวน 1 คน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านธุรกิจผู้ค้ากุ้งกุลาดำ จำนวน 2 คน ผลจากการประเมินทางด้านประสิทธิภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี มีความผิดพลาดโดยรวมร้อยละ 0.061 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. กุ้งกุลาดำขนาด เอ ไม่มีความผิดพลาดในการคัดขนาดกุ้งกุลาดำ
2. กุ้งกุลาดำขนาด บี มีความผิดพลาดร้อยละ 0.020
3. กุ้งกุลาดำขนาด ซี มีความผิดพลาดร้อยละ 0.24
4. กุ้งกุลาดำขนาด ดี มีความผิดพลาดร้อยละ 0.016

ความรวดเร็วในการคัดขนาดกุ้งกุลาดำที่มีน้ำหนักกุ้งกุลาดำ 250 กิโลกรัม สามารถคัดได้เร็วโดยเฉลี่ยรวม 16.33 นาที ถ้าคิดที่ 1 ชั่วโมง เครื่องสามารถคัดขนาดกุ้งกุลาดำได้ 800 กิโลกรัม

การประเมินลักษณะทางกายภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 จึงสรุปได้ว่าประสิทธิภาพของเครื่องและลักษณะทางกายภาพอยู่ในเกณฑ์ดีสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

THE DESIGN AND DEVELOPMENT OF GIANT TIGER PRAWN SIZE SELECTED MACHINE

AN ABSTRACT

BY

SURIYA THONGNUAL

Presented in partial fufilment of the requirements

For the master of education degree in industrial Education

at Srinakharinwirot University

April 2003

Suriya Thongnual. (2003). *The design and development of prawn size selected machine.* Master thesis, M.ed. (Industrial Education). Bangkok : Graduate school, Srinakharinwirot University. Advisor Committee : Dr. Upawit Suwakantagul, Mr. Ophat Sukwan.

The objectives the thesis were to design and develop prawn size selected machine and to evaluate the efficiency of prawn size selected machine to according Charone Pokapan criterion machine can select of prawn at least 250 kilograms per hour and had a loss at low level.

Three expert sizes consist of one machine expert and two prawn dealers the result showed efficiency in good level with error 0.061 percent.

The details were as follows :

1. Prawn size A passed one hundred percent
2. Prawn size B had error 0.020 percent
3. Prawn size C had error 0.024 percent
4. Prawn size D had error 0.016 percent

Selected velocity of prawn 250 kilograms at a round 16.33 minutes of prawn can be selected in one hour.

The evaluation of physical characteristics was at the average of 4.56 Thus, it can be concluded that the efficiency and physical characteristics were in good !evel.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

ออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง

ของ
นายสุริยา ทองนวล

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. นภาภรณ์ หะวานนท์)
วันที่ ๒๙ เดือน เมษายน พ.ศ 2546

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธาน
(อาจารย์ ดร. อุปวิทย์ สุวคันธกุล)

..... กรรมการ
(อาจารย์ โอภาส สุขหวาน)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์ ดร. ไพรัช วงศ์ยุทธไกร)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์ วิโรจน์ เอ็งสุโสภณ)

ประกาศคุณูปการ

ขอบคุณทางมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒที่กรุณาให้ทุนสนับสนุนในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นจำนวนเงิน 16,000 บาท ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาของ อาจารย์ ดร. อุปวิทย์ สุวคันธกุล ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ อาจารย์โอภาส สุขหวาน กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในการศึกษาค้นคว้า ตลอดจนการแก้ไขปรับปรุงสำนวนภาษาในการเขียนเป็นอย่างดี และขอขอบคุณ อาจารย์ ดร. ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และอาจารย์วิโรจน์ เฮงสุโสภณ กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติมในการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ และขอขอบคุณ อาจารย์ ดร. กุศล ดิสดุลย์ ซึ่งให้คำแนะนำในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณ คุณพ่อคล้อย ทองนวล (ที่ล่วงลับไปแล้ว) และคุณแม่เหมี้อย ทองนวล รวมถึงคุณบุปผา, ด.ญ. รฐพร ทองนวล ที่เป็นกำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์นี้เป็นอย่างยิ่ง

สุริยา ทองนวล

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลังจุดมุ่งหมายของการวิจัย	1
	จุดมุ่งหมายของการวิจัย	2
	ความสำคัญของการวิจัย	2
	ขอบเขตของการวิจัย	2
	คำนิยามศัพท์เฉพาะ	3
	กรอบแนวคิดในการวิจัย	4
	สมมติฐานในการวิจัย	5
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
	กุ้งกุลาดำ	6
	ลักษณะการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ	8
	จำนวนฟาร์มเลี้ยงกุ้งกุลาดำ	9
	พื้นที่การเลี้ยงกุ้งกุลาดำ	13
	ผลผลิตจำแนกตามแหล่งเพาะเลี้ยง	17
	การค้า	18
	หลักการออกแบบเครื่องจักรกลและคุณสมบัติของวัสดุในการออกแบบ	24
	ความเค้นอย่างง่าย	27
	คาน	29
	การออกแบบเพลา	32
	ล้อสายพาน	35
	สายพาน	38
	โรลลิ่งแบริ่ง	46
	บูช	48
	เฟือง	49
	มอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว	52
	ประวัติความเป็นมาของเครื่องคัดขนาดกุ้ง	53
	การผลิตและการแปรรูปกุ้งกุลาดำเพื่อการส่งออกของเจริญโภคภัณฑ์	55
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	56
3	วิธีการดำเนินการวิจัย	58
	การดำเนินการวิจัย	58
	รายการวัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	62

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
3 (ต่อ)	สถานที่และเวลาในการวิจัย	63
	การวิเคราะห์ข้อมูล	63
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	65
	การประเมินประสิทธิภาพเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง	65
	การประเมินลักษณะทางกายภาพของเครื่องคัดขนาดของกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง	67
	ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ	68
5	สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ	69
	จุดมุ่งหมายของการวิจัย	69
	ความสำคัญของการวิจัย	69
	สมมติฐานการวิจัย	69
	การดำเนินการวิจัย	69
	ผลการวิจัย	69
	อภิปรายผล	70
	ข้อเสนอแนะ	71
บรรณานุกรม		72
ภาคผนวก		74
ประวัติย่อผู้วิจัย		119

บัญชีตาราง

ตาราง หน้า

1 แสดงปริมาณการจับกุ้งกุลาดำจำแนกตามวิธีการประมง 2534-2540 9
2 จำนวนฟาร์มเลี้ยงกุ้งกุลาดำจำแนกตามประเภทการเลี้ยงปี 2534-2540 10
3 จำนวนฟาร์มเลี้ยงกุ้งกุลาดำในจังหวัดที่จำแนกตามประเภทการเลี้ยงปี 2540 10
4 จำนวนฟาร์มเลี้ยงกุ้งกุลาดำจำแนกตามแหล่งเพาะเลี้ยงปี 2534-2540 13
5 พื้นที่ฟาร์มเลี้ยงกุ้งกุลาดำจำแนกตามประเภทการเลี้ยงปี 2534-2540 13
6 พื้นที่ฟาร์มเลี้ยงกุ้งกุลาดำในจังหวัดที่สำคัญจำแนกตามประเภทการเลี้ยงปี 2540 14
7 พื้นที่ฟาร์มเลี้ยงกุ้งกุลาดำจำแนกตามแหล่งเพาะเลี้ยงปี 2540 15
8 การส่งออกสินค้าประมงและผลิตภัณฑ์ปี 2539-2540 17
9 ปริมาณและมูลค่าสัตว์น้ำที่สำคัญทางเศรษฐกิจจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำปี 2540 19
10 แสดงจำนวนฟาร์มกุ้ง พื้นที่การเลี้ยง ปริมาณมูลค่า ปี 2515-2540 20
11 แสดงการผลิตกุ้งซีกโลกตะวันออกปี 2541-2542 22
12 แสดงการผลิตกุ้งซีกโลกตะวันตกปี 2541-2542 23
13 แสดงคุณสมบัติของหน้าตัด 31
14 แสดงค่าคงที่ทางกายภาพของวัสดุของวิศวกรรมบางชนิด 32
15 แสดงขนาดระบุของเพลาตามมาตรฐาน ISO/R775-1969 33
16 แสดงค่าตัวประกอบความล้า 35
17 แสดงค่าผิวโค้งบนหน้าล้อสายพานแบบตามมาตรฐาน ISO 100-1975(E) 37
18 แสดงความเร็วขอบของล้อสายพาน 38
19 แสดงค่าประกอบใช้งาน 41
20 แสดงค่าตัวประกอบ K2 41
21 แสดงค่าตัวประกอบการใช้งาน Na สำหรับเพิ่มสายลิ่ม 43
22 แสดงตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัส Na สำหรับสายพานลิ่ม 44
23 แสดงสมรรถนะในการส่งกำลังของสายพานลิ่มหน้าตัด "A" ต่อเส้น PR (เป็น kW) สำหรับสายพานยาว Lp = 1732 และส่วนโค้งสัมผัส α = 180 45
24 แสดงแบบประเมินทางด้านประสิทธิภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง 66
25 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง 67
26 แสดงการประเมินทางด้านประสิทธิภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง 106
27 แสดงการประเมินด้านลักษณะทางกายภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง 108
28 แสดงการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง 116
29 แสดงการวิเคราะห์ความเบี่ยงเบนมาตรฐานลักษณะทางกายภาพ 117

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ หน้า

1 กรอบแนวคิดในการวิจัย 4
2 ลักษณะสรีระวิทยาของกุ้งกุลาดำ 7
3 ปริมาณการจับกุ้งกุลาดำจำแนกตามวิธีของประมงปี 2534-2540 9
4 จำนวนฟาร์มเลี้ยงกุ้งกุลาดำปี 2534-2540 11
5 จำนวนฟาร์มเลี้ยงกุ้งกุลาดำจำแนกตามประเภทการเลี้ยงปี 2540 11
6 ร้อยละของเกษตรผู้เลี้ยงกุ้งจำแนกรายจังหวัด 12
7 จำแนกฟาร์มเลี้ยงกุ้งกุลาดำจำแนกตามแหล่งเพาะการเลี้ยงปี 2520 12
8 พื้นที่ฟาร์มเลี้ยงกุ้งกุลาดำปี 2534-2540 14
9 พื้นที่การเลี้ยงกุ้งกุลาดำ จำแนกตามประเภทการเลี้ยงปี 2520 14
10 ร้อยละของพื้นที่เลี้ยงกุ้งจำแนกรายจังหวัดปี 2540 16
11 พื้นที่ฟาร์มเลี้ยงกุ้งจำแนกตามแหล่งเพาะเลี้ยง 16
12 ผลผลิตการเลี้ยงกุ้งกุลาดำจำแนกตามชนิดสัตว์น้ำ 18
13 ชนิดกุ้งที่เลี้ยงปี 2543 21
14 การออกแบบที่มีวงย้อนกลับ 25
15 แสดงแรงชนิดต่าง ๆ 27
16 แสดงท่อกลมผนังบางผ่าตลอดความยาว 29
17 แสดงคานและแกนสะเทิน 30
18 แสดงเพลาอยู่ภายใต้แรงต่าง ๆ 34
19 แสดงลักษณะของล้อสายพาน 36
20 แสดงหน้าตัดสายพานลิ่มและล้อสายพาน 39
21 แสดงส่วนต่าง ๆ ของบอลแบริ่ง 46
22 การเรียกชื่อส่วนของฟันเฟือง 49
23 เฟืองชนิดต่าง ๆ 51
24 มอเตอร์ชนิดแยกเฟสสตาร์ท 53
25 เครื่องคัดขนาดกุ้งประเภทเด็ดหัว 54
26 เครื่องคัดขนาดกุ้งประเภทเด็ดหัวและไม่เด็ดหัว 54
27 เครื่องคัดขนาดกุ้งประเภทเด็ดหัว 55
28 แสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 59
29 ขนาดสายพานลำเลียง 81
30 ขนาดท่อที่ใช้ขับสายพานลำเลียง 82
31 Free body diagram ลูกกลิ้ง 84
32 ส่วนรองลื่น 91

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

สหัสวรรษใหม่นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 เศรษฐกิจไทยถดถอยทำให้เศรษฐกิจโลกถดถอย แต่ธุรกิจการเลี้ยงกุ้งกุลาดำยังเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่ได้รับความสนใจซึ่งจะเห็นจากสถิติผลผลิตการเลี้ยงกุ้งทั่วโลกในปี พ.ศ. 2542 ทั่วโลกผลิตได้ประมาณ 814,250 เมตริกตัน กุ้งที่ผลิตได้มากที่สุด คือ กุ้งกุลาดำร้อยละ 56 กุ้งขาวตะวันตกร้อยละ 16 และกุ้งขาวเอเชียร้อยละ 17 ซึ่งประเทศไทยยังเป็นผู้นำในการผลิตได้ 230,000 เมตริกตัน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการเลี้ยงกุ้งกุลาดำยังเป็นอาชีพที่ยังสร้างรายได้ให้แก่ผู้ประกอบการสูง จนทำให้หลายประเทศต่างให้ความสนใจที่จะพัฒนาการเลี้ยงกุ้งทะเลเพื่อเป็นธุรกิจที่ทำรายได้ให้แก่ประเทศของตนเอง (วารสารเครือเจริญโภคภัณฑ์. 2543 (142) : 2) ธุรกิจการเลี้ยงกุ้งกุลาดำยังเป็นทางเลือกใหม่ให้แก่ผู้ประกอบการในยามที่ประเทศมีวิกฤตอุตสาหกรรม การเลี้ยงกุ้งกุลาดำยังเป็นธุรกิจที่ทำรายได้เข้าประเทศอยู่ในอันดับต้น ดังนั้นโนการเลี้ยงกุ้งกุลาดำจึงเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยแก้ปัญหาวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจ ทั้งนี้เพราะประเทศไทยเป็นผู้นำด้านการผลิตและการส่งออก กุ้งทะเลแช่แข็งมากที่สุดในโลกติดต่อกันมาหลายปี นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2529 จนถึงปัจจุบัน (วารสารเครือเจริญโภคภัณฑ์. 2543 (140) : 1)

เทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเลี้ยงกุ้งของไทยยังจำเป็นต้องพึ่งพาเครื่องมือที่ผลิตจากต่างประเทศ ทำให้ต้นทุนการส่งออกกุ้งกุลาดำของประเทศไทยสูงกว่าประเทศอื่น โดยวิเคราะห์ได้จากต้นทุนการผลิต 4 ด้าน คือ 1. ต้นทุนด้านแม่พันธุ์ 2. ต้นทุนทางด้านอาหารกุ้ง 3. ต้นทุนทางด้านพลังงาน 4. ต้นทุนทางด้านแรงงานโดยสามารถจำแนกออกเป็น 2 ลักษณะ คือ 1. การเลี้ยงกุ้งกุลาดำ 2. แรงงานที่ใช้ในการคัดเลือกขนาดกุ้งกุลาดำ แต่ละครั้งที่มีการจับกุ้ง ราคาในการคัดเลือกขนาดกุ้งกุลาดำ กิโลกรัมละ 5 บาท ทำให้ต้นทุนการส่งออกสูงจึงเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการแข่งขันด้านการส่งออกกับต่างประเทศ (วารสารเจริญโภคภัณฑ์.2543 (142) : 3) จากสภาพปัญหาต้นทุนการผลิต ด้านแรงงานซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่าต้นทุนทางด้านแรงงานสามารถที่จะแก้ไขด้วยขบวนการทางเทคโนโลยีอุตสาหกรรมได้

การพัฒนาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมโดยการคิดค้นเครื่องมือในการคัดขนาดกุ้งกุลาดำเพื่อลดต้นทุนด้านพลังงานและด้านปริมาณแรงงานของคนลง และช่วยแก้ปัญหาลดต้นทุนการจ้างแรงงานรวมทั้งปัญหาการบอบช้ำของตัวกุ้งกุลาดำซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในอุตสาหกรรมกุ้ง โดยคำนึงถึงหลักการและทฤษฎีของแนวทางในการสร้างเทคโนโลยีอุตสาหกรรมตามที่ได้ศึกษาโดยมีลำดับขั้นตอนซึ่งประยุกต์จากหลักการ ณรงค์ เส็งประชา คือ 1. เลือกเทคโนโลยี 2. ออกแบบและเขียนแบบ 3. คำนวณวัสดุที่ต้องใช้ 4. การวางแผนการทำงาน 5. จัดเตรียมเครื่องมือในการทำงาน 6. สร้างเครื่องมือคัดขนาดกุ้งกุลาดำ 7. ทดสอบหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องคัดขนาดของกุ้งกุลาดำ (ณรงค์ เส็งประชา . 2540 : 52-54) ดังนั้นจากหลักการสร้างเทคโนโลยีอุตสาหกรรมของ ณรงค์ เส็งประชา ผู้วิจัยจึงใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำ

จากการศึกษาเรื่องเครื่องคัดขนาดกุ้งได้ผลิตเครื่องคัดขนาดกุ้งโดยใช้เครื่องคัดขนาดแบบเครื่องสั่นสะเทือน เพื่อลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ผลจากการสร้างเครื่องคัดขนาดดังกล่าวสามารถแก้ไขปัญหาทางด้านลดต้นทุนได้เป็นอย่างดีและสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการคัดขนาดของตัวกุ้งได้ 250 กิโลกรัมต่อชั่วโมง แต่ก็มีข้อเสียเนื่องจากการคัดขนาดแบบสั่นสะเทือนจะทำให้ตัวถูกกระทบกระแทกมากเกินไป ทำให้ที่คัดออกมามีการบอบช้ำ และจากการศึกษาเรื่องเครื่องคัดขนาดกุ้งอีกรูปแบบหนึ่งโดยใช้หลักการทำงานของลูกกลิ้งทรงกระบอกวางขวาง ซึ่งมีระยะห่างจากพื้นไม่เท่ากัน กุ้งตัวใหญ่จะติดลูกกลิ้งแล้วการ

ลำเลียงออกทางด้านข้าง ส่วนกุ้งตัวเล็กจะลอดออกไปได้เป็นขนาดๆ ซึ่งมีใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งเครื่องดังกล่าวผลิตในต่างประเทศและมีราคาแพง ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้หาแนวทางการสร้างเครื่องมือคัดขนาดกุ้งกุลาดำโดยการใช้ลูกกลิ้ง โดยคำนึงถึงหลักการความหนาของลำตัวกุ้งกุลาดำกับระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง โดยมีลูกกลิ้งทั้งหมด 3 ชุดๆ ละ 2 ตัว (หมุนสวนทิศทางกัน) จำนวนลูกกลิ้งทั้งหมด 6 ตัว จะช่วยลดทดแทนการนำเข้าเครื่องจักรจากต่างประเทศ และช่วยแก้ปัญหาการว่าจ้างคนงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในการทำงานโดยคาดว่าจะสามรถคัดเลือขนาดกุ้งกุลาดำไม่น้อยกว่า 250 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และช่วยลดการบอบช้ำของตัวกุ้งกุลาดำลงได้

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความหมายไว้ดังนี้

1. ออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง
2. ศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำตามมาตรฐานของ

บริษัทเจริญโภคภัณฑ์

ความสำคัญของการวิจัย

ได้เครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำชนิดระบบลูกกลิ้งเป็นเครื่องต้นแบบ สำหรับธุรกิจอุตสาหกรรมกุ้งกุลาดำ

ขอบเขตการวิจัย

1. ในการออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้งโดยมีรายละเอียดดังนี้
   1.1 เครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำกว้าง 1 เมตร ยาว 3 เมตร สูง 1.80 เมตร
   1.2 ขนาดลูกกลิ้งมีความยาว 3 เมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้วครึ่ง มีทั้งหมด 6 ลูกกลิ้ง 3 ช่องคัดขนาด
   1.3 สายพานลำเรียงมีขนาด 2 เมตร
   1.4 มอเตอร์ในการขับลูกกลิ้งทั้ง 6 ตัว ใช้มอเตอร์ ½ Hp ใช้ไฟฟ้า 220 V. จำนวน 1450 รอบ
   1.5 มอเตอร์ในการขับสายพานมี 1 ตัว ขนาด ¼ Hp จำนวนรอบ 1400 รอบ โดยใช้มูลเล่ขนาด 12 นิ้วเป็นตัวทดรอบ 7 รอบ/นาที
2. ในการคัดขนาดกุ้งกุลาดำจำเป็นต้องใช้กุ้งที่มีความสดที่ขึ้นจากบ่อกุ้งใหม่ โดยต้องทำให้กุ้งตายเสียก่อนก็คือ ใส่ไว้ในถังน้ำแข็งประมาณ ½ ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการตักกุ้งขึ้นจากถังน้ำแข็งแล้วนำไปใส่ในเครื่องคัดขนาดที่เตรียมไว้

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ประสิทธิภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งระบบลูกกลิ้ง คือ
   1.1 ความสามารถในการคัดขนาดกุ้งกุลาดำ
   1.2 ความบอบช้ำของตัวกุ้งกุลาดำ
   1.3 ความเร็วในการคัดขนาดกุ้งกุลาดำ
2. ลักษณะทางกายภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำ

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1. เครื่องมือคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง

หมายถึง เครื่องมือที่ใช้คัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้งและสามารถคัดได้ 4 ขนาดตามมาตรฐานของบริษัทเจริญโภคภัณฑ์

2. ประสิทธิภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง

หมายถึง การวัดความสามารถในการคัดขนาดกุ้งกุลาดำและความบอบช้ำของตัวกุ้งกุลาดำ

3. ความสามารถในการคัดขนาดกุ้งกุลาดำ

หมายถึง เครื่องสามารถคัดกุ้งกุลาดำได้ถูกต้อง 4 ขนาด ความเร็วในการคัดไม่น้อยกว่า 250 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และมีความบอบช้ำของตัวกุ้งกุลาดำในระดับต่ำ

4. ความบอบช้ำในตัวกุ้งกุลาดำ

หมายถึง ความไม่สมบูรณ์ของตัวกุ้งกุลาดำ เช่น มีอวัยวะของตัวกุ้งกุลาดำไม่ครบ หนวดขาด ขาขาด เหงือกกุ้งไม่ใสสะอาด ส่วนท้องไม่สะอาด หางแหว่ง ลำตัวไม่ใสสะอาด สีไม่เข้ม ซึ่งจากลักษณะทั้งหมดไม่เป็นที่ต้องการของท้องตลาดโดยให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านกุ้งกุลาดำเป็นผู้ประเมินผล

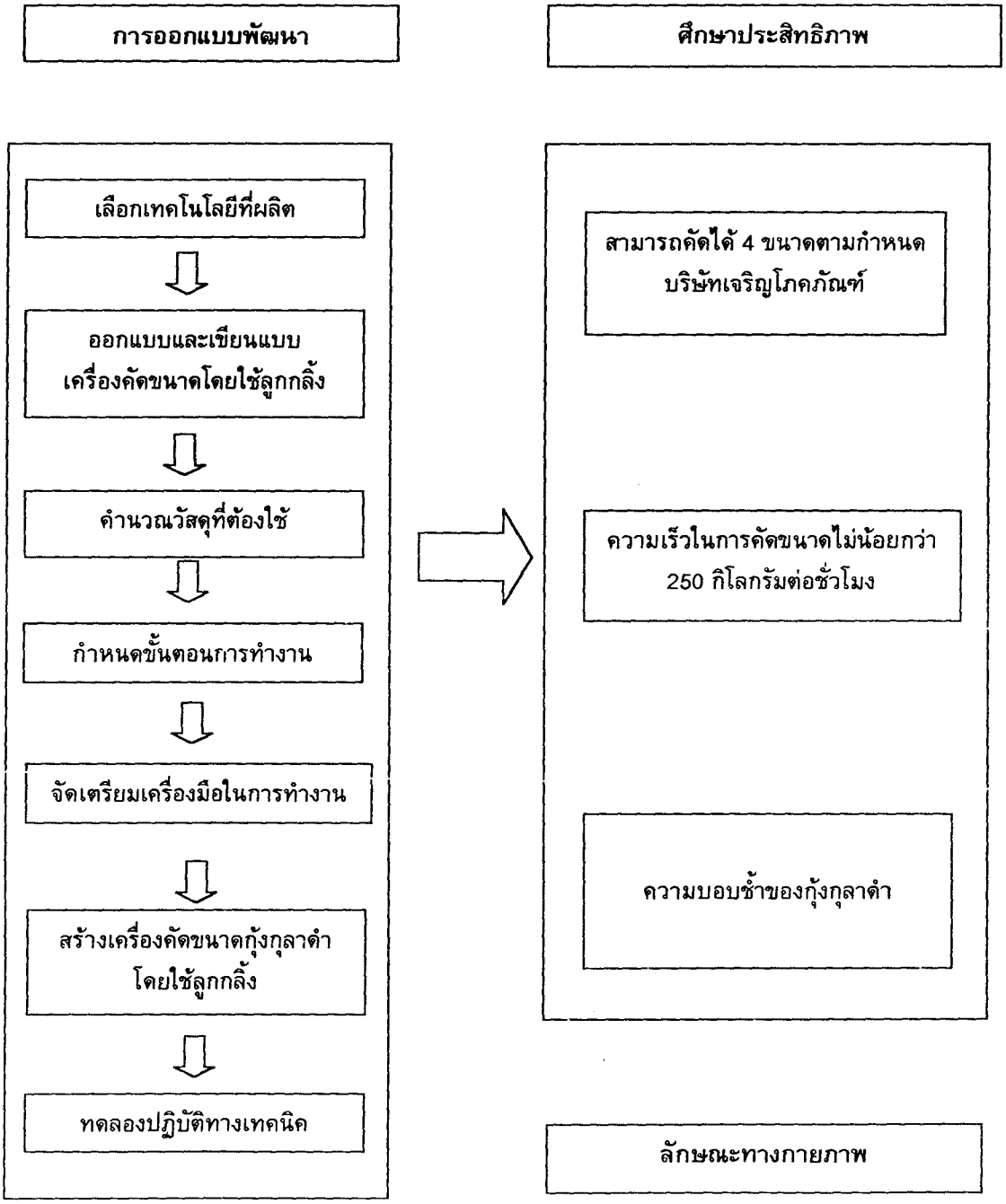
5. ออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำ

หมายถึง การกำหนดรูปแบบลักษณะของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำขึ้นใหม่ เพื่อให้มีสมรรถนะและประสิทธิภาพดีกว่าเครื่องที่มีอยู่

6. ลักษณะทางกายภาพ

หมายถึง ความกระทัดรัดของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำ การออกแบบการทำงานของชิ้นส่วนต่างๆ รวมถึงความปลอดภัยในการใช้งานและการเคลื่อนย้ายการใช้แรงงาน ตลอดจนถึงการบำรุงรักษาของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำ

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมุติฐานการวิจัย

เครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นสามารถใช้คัดขนาดกุ้งกุลาดำตามมาตรฐานของบริษัทเจริญโภคภัณฑ์โดยแยกด้านประสิทธิภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำได้ดังนี้

1. สามารถคัดขนาดกุ้งกุลาดำได้อย่างถูกต้องทั้ง 4 ขนาด
2. ความบอบช้ำของกุ้งกุลาดำอยู่ในระดับต่ำ
3. สามารถคัดได้เร็วไม่น้อยกว่า 250 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาและค้นคว้าเอกสารตำรางานวิจัยซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการทำวิจัยครั้งนี้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ได้ตั้งไว้โดยแยกเป็นหัวข้อไว้ดังนี้

1. กุ้งกุลาดำ
2. หลักการออกแบบเครื่องจักรและคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการออกแบบ
3. ประวัติความเป็นมาของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำ
4. การผลิตและแปรรูปกุ้งกุลาดำเพื่อการส่งออกของบริษัทเจริญโภคภัณฑ์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. กุ้งกุลาดำ

กุ้งกุลาดำมีชื่อเรียกภาษาอังกฤษทั่วไปว่า Giant Tiger Prawn มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Penaeus monodon จัดเป็นกุ้งกุลาดำที่มีขนาดใหญ่ นิยมบริโภคกันอย่างกว้างขวางเพราะมีรสชาดดี เป็นที่ต้องการของตลาด ราคาดี จึงทำให้มีการเพาะเลี้ยงและพยายามที่จะพัฒนาคุณภาพเทคนิค วิธีการเพาะเลี้ยงให้ได้ผลขึ้นอยู่ตลอดเวลา

1.1 ลักษณะกุ้งกุลาดำที่ดีควรมีองค์ประกอบทางสรีระวิทยาดังนี้

กุ้งกุลาดำเป็นสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง มีเปลือกหุ้มตัวอยู่ภายนอก เป็นกุ้งกุลาดำขนาดใหญ่ มีสีแดงถึงแดงคล้ำ ถ้าจับจากทะเลลึกใหม่ ๆ จะเห็นเป็นสีแดงสดและมีวงแหวนสีขาวสลับดำในแต่ละปล้องตลอดลำตัว หนวดจะมีสีเทาปนเขียว หรือน้ำตาล ส่วนระยางค์มักจะมีสีน้ำตาลและจะมีขนอ่อนสีแดงอยู่โดยรอบ อย่างไรก็ตามสีของกุ้งกุลาดำสามารถจะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อมและการปรับตัว เช่น มักจะพบว่ากุ้งกุลาดำในเขตน้ำกร่อยที่ไม่ลึกมีสีน้ำตาลเข้ม หรือกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงในบ่อที่ลอกคราบใหม่ ๆ สีจะซีดไม่สดใส หรือกุ้งกุลาดำที่กำลังจะลอกคราบสีก็จะจางลงไปกว่าปรกติ ลักษณะลำตัวกุ้งกุลาดำจะเป็นข้อปล้องรวม 19 ปล้อง แต่ละปล้องมีระยางค์ 1 คู่ มีหน้าที่เฉพาะออกไป โดยสามารถแบ่งลำตัวกุ้งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนหัว และส่วนท้อง ส่วนหัวและส่วนอก 2 ส่วนนี้จะเป็นส่วนเดียวกันอยู่ภายใต้เปลือกคลุมหัวซึ่งมีอวัยวะภายในต่าง ๆ เรียงตัวกันอยู่

1. ระยางค์ที่ส่วนหัว มี 5 คู่ ประกอบด้วย
   1.1 หนวดคู่สั้น มีปลาย 2 แฉก ทำหน้าที่ทำความสะอาดตา
   1.2 หนวดคู่ยาว ซึ่งใช้สัมผัสรับความรู้สึกหาทิศทางในการว่ายน้ำและช่วยในการหาอาหารด้วย
   1.3 ระยางค์ส่วนมาก ขากรรไกรบน ล่าง ใช้ขบเคี้ยว บดอาหาร มีนวม 3 คู่
2. ระยางค์ส่วนอกมี 8 คู่ประกอบด้วย
   2.1 แมกซิลิเปต 3 คู่แรก ทำหน้าที่ช่วยในการจับและกินอาหาร
   2.2 ขาเดิน หรือเพอริโอพอด (periopods) มี 5 คู่ หน้าที่ในการเคลื่อนที่และต่อสู้ป้องกันตัว โดยที่ 3 คู่แรกของขาเดินปล้องส่วนปลายจะมีลักษณะเป็นกล้าม ส่วน 2 คู่หลังมีปลายแหลมตามปรกติ
3. ระยางค์ส่วนท้อง มีรวม 6 คู่

ระยางค์ส่วนนี้รวมเรียกกันว่า "ขาว่ายน้ำ" ทำหน้าที่ในการว่ายน้ำโบกพัดให้เคลื่อนที่มีรวม 5 คู่ ในแต่ละปล้องแต่ละคู่สุดท้ายจะเปลี่ยนแปลงสภาพไปเป็นแพนหาง (uropod) ติดกับหาง(telson) ทำหน้าที่กำหนดทิศทางในการเคลื่อนที่ของกุ้ง (เจริญโภคภัณฑ์อาหารสัตว์ . 2541: 7)

4. โครงสร้างภายในที่สำคัญของกุ้งกุลาดำ

4.1 เหงือก มีลักษณะเป็นซี่เรียงกันเป็นแถวอยู่ใต้เปลือกคลุมส่วนหัว ทำหน้าที่ในการหายใจ การหมุนเวียนของโลหิตและมีความสำคัญต่อเนื่องกับการขับถ่ายแอมโมเนียและยูเรีย

4.2 กระเพาะอาหาร มีลักษณะกลม ด้านหัวต่อจากท่อสั้นซึ่งต่อจากส่วนของปากและด้านท้ายต่อกับลำไส้ของกุ้ง

4.3 รังไข่ มีลักษณะเป็นท่อคู่อยู่ที่ส่วนหัวและส่วนลำตัวของกุ้ง

4.4 เส้นเลือดใหญ่ เป็นเส้นเลือดที่แยกออกมาจากหัวใจส่วนหน้าไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของกุ้ง เลือดกุ้งประกอบด้วยสารประกอบพวกทองแดง จึงทำให้เลือดกุ้งเป็นสีน้ำเงิน

4.5 ลำไส้ เป็นทางเดินอาหารที่ต่อจากส่วนของกระเพาะและทอดยาวไปจนถึงส่วนปล้องที่ 6

4.6 ทวารหนัก เป็นช่องสำหรับขับถ่ายกากอาหาร โดยอยู่ที่ลำตัวปล้องสุดท้าย

5. อวัยวะส่วนต่าง ๆ ของกุ้งที่สมบูรณ์และเป็นที่ต้องการของท้องตลาดที่ควรสังเกต

5.1 หนวด ต้องยาวไม่ขาด

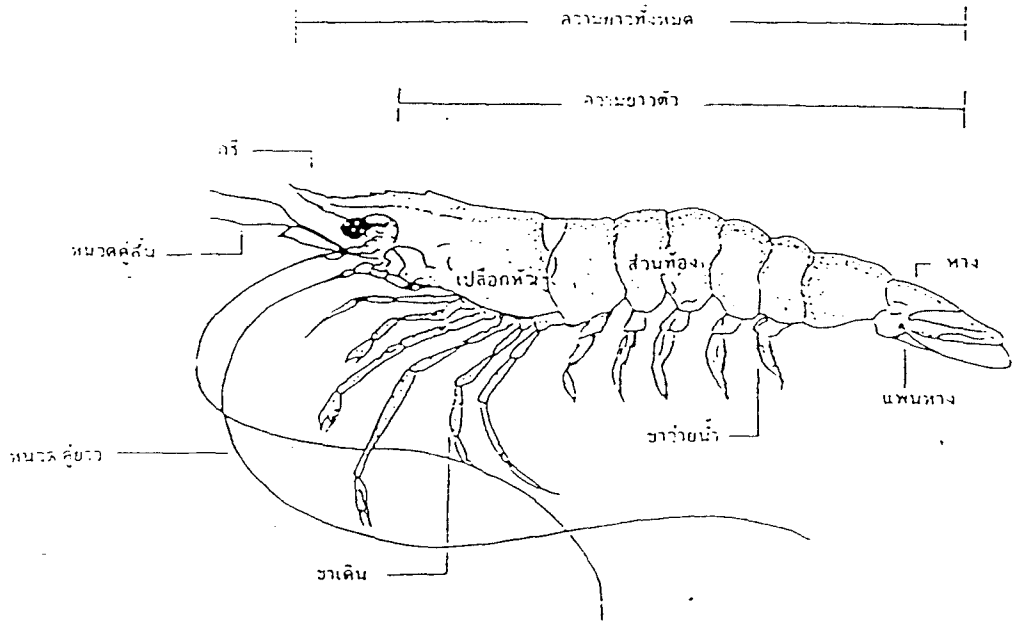
5.2 เหงือก ใสสะอาด

5.3 ส่วนท้อง ขาวสะอาด

5.4 ขา สะอาด ไม่ขาด

5.5 หาง ไม่แหว่ง

5.6 ลำตัว ใสสะอาด สีไม่เข้ม (แอดวาสตาร์ . 2540 : 9)



ภาพประกอบ 2 แสดงลักษณะสรีระวิทยาของกุ้งกุลาดำ

1.2 ลักษณะการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

ความเสื่อมโทรมของทรัพยากรสัตว์น้ำทะเล ให้ปริมาณสัตว์น้ำทะเลจากแหล่งน้ำธรรมชาติ มีแนวโน้มลดน้อยถอยลง ในขณะที่ความต้องการบริโภคทั้งภายในประเทศและต่างประเทศกลับเพิ่มสูงขึ้นทุก ๆ ปี ดังนั้นการส่งเสริมให้มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งกุ้งกุลาดำ จึงเป็นวิธีทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มผลผลิตสัตว์น้ำทะเลที่มีคุณค่า ทั้งธาตุอาหารโปรตีนและธาตุไอโอดีนให้เพียงพอต่อการบริโภคและการส่งออก แต่ในรอบ 8 ปีที่ผ่านมา การเลี้ยงกุ้งกุลาดำได้ขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วทั้งจำนวนผู้เลี้ยงและเนื้อที่เลี้ยง (การประมง, กระทรวง,สถิติการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล ปี พ.ศ. 2540 : 1) การเลี้ยง กุ้งกุลาดำแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

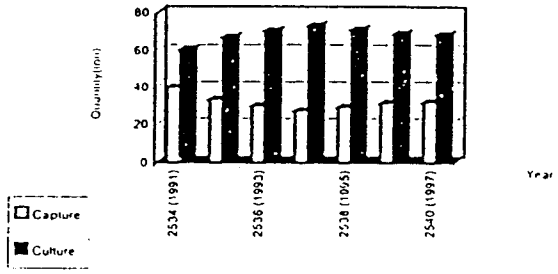
1. การเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบธรรมชาติ เป็นการเลี้ยงแบบดั้งเดิมใช้พื้นที่ค่อนข้างมากขนาดของบ่อใหญ่จะมากกว่า 25 ไร่ขึ้นไป ใช้พันธุ์กุ้งกุลาดำจากธรรมชาติเท่านั้น

2. การเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบกึ่งพัฒนา เป็นวิธีการเลี้ยงกุ้งที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับวิธีการเลี้ยงแบบธรรมชาติ แต่มีการปรับปรุงรูปแบบบ่อ ขนาดบ่อโดยเฉลี่ยประมาณ 10-25 ไร่ มีการซื้อพันธุ์กุ้งกุลาดำจากโรงเพาะฟักลงปล่อยเสริมในอัตราน้อยกว่า 24,000 ตัวต่อไร่ มีการให้อาหารสมทบอาจมีเครื่องเพิ่มออกซิเจนหรือไม่ก็ได้

3. การเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนา การเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เข้าช่วย การจัดรูปแบบของบ่อมีการระบายถ่ายน้ำ ควบคุมอุณหภูมิ ควบคุมโรค และมีระบบการจัดการที่ดี ขนาดของบ่อประมาณ 1-10 ไร่ ในด้านพันธุ์กุ้งกุลาดำใช้พันธุ์กุ้งกุลาดำจากโรงเพาะฟักเท่านั้น โดยปล่อยในอัตราค่อนข้างหนาแน่นมากกว่า 24,000 ตัวต่อไร่ ให้อาหารทุกวัน ๆ ละ 3-5 มื้อ และมีการดูแลเอาใจใส่อย่างใกล้ชิด

นับตั้งแต่ปี 2531 เป็นต้นมา การเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำของประเทศไทยมีการขยายตัวอย่างมาก โดยมีพื้นที่การเลี้ยงกุ้งกุลาดำเพิ่มขึ้นจากปี 2530 กว่า 60,000 ไร่ คิดเป็นพื้นที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 21 และผลผลิตเพิ่มขึ้นถึง 55,633 ตัน คิดเป็นเพิ่มขึ้นร้อยละ 90 นับเป็นช่วงการเปลี่ยนแปลงสูงสุด กุ้งกุลาดำเป็นสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ จึงเป็นที่นิยมบริโภคทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ มีผลทำให้ความต้องการกุ้งกุลาดำเพิ่มขึ้นทุก ๆ ปี ในปี 2540 ประเทศไทยสามารถผลิตกุ้งกุลาดำได้ทั้งสิ้น 333,297 ตัน เป็นกุ้งกุลาดำจากฟาร์มเลี้ยงกุ้งกุลาดำ 227,560 ตัน คิดเป็นร้อยละ 68.28 ที่เหลือเป็นกุ้งจากธรรมชาติ 105,737 ตัน คิดเป็นร้อยละ 31.72 ของปริมาณกุ้งกุลาดำทั้งหมดที่ผลิตได้

การสำรวจสถิติผลผลิตฟาร์มเลี้ยงกุ้งทะเลเป็นการสำรวจถึงปริมาณผลผลิตฟาร์มเลี้ยงกุ้งกุลาดำในพื้นที่ชายทะเลของประเทศไทย และในจังหวัดที่มีการเลี้ยงกุ้งกุลาดำระบบความเค็มต่ำ เริ่มที่จังหวัดปราจีนบุรี สุพรรณบุรี นครปฐม สิงห์บุรี ฯ โดยซื้อน้ำทะเลมาผสม นับได้ว่าผลดีพอสมควร และมีแนวโน้มจะมีมากขึ้นในจังหวัดใกล้เคียง จากข้อมูลในปี 2533-2538 จำนวนฟาร์มเลี้ยงกุ้งกุลาดำมี แนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลให้ผลิตผลและมูลค่าเพิ่มขึ้นมาโดยตลอด จนถึงปี 2537 ผลผลิตสูงถึง 163,446 ตัน มูลค่า 39,755 ล้านบาท และผลผลิตเริ่มลดลงเล็กน้อย ปี 2538 เหลือ 259,541 ตัน มูลค่า 39,545 ล้านบาท ปี 2539 เหลือ 239,499 ตัน มูลค่า 40,312 ล้านบาท สำหรับปี 2540 การเลี้ยงแบบธรรมชาติ 139,152 ไร่ แบบกึ่งพัฒนา 40,250 ไร่ และแบบพัฒนา 277,000 ไร่ ผลผลิตลดลงจากปี 2539 ถึง 8,792 ล้านบาท คิดเป็นเพิ่มร้อยละ 17.94 ทั้งนี้เนื่องจากกุ้งทะเลราคาดีกว่าปี 2539 อย่างไรก็ตามมูลค่ากุ้งกุลาดำจากการเพาะเลี้ยงเมื่อเทียบกับมูลค่าสัตว์ทะเลทั้งหมดสูงถึงร้อยละ 50.35 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลผลิตจากการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศอย่างยิ่ง



ภาพประกอบ 3 ปริมาณการจับกุ้งกุลาดำจำแนกตามวิธีการประมงปี 2534-2540 กรมประมง . 2540 : 8

ตาราง 1 แสดงปริมาณการจับกุ้งกุลาดำจำแนกตามวิธีการประมงปี 2534-2540 กรมประมง. 2540 : 8

ปี	รวม (ตัน)	จากธรรมชาติ (ตัน)	ร้อยละ	จากการเพาะเลี้ยง (ตัน)	Shrimp Culture %
2534(1991)	268,565	106,495	39.65	162,070	60.35
2535(1992)	276,500	91,616	33.13	184,884	66.87
2536(1993)	321,028	95,514	29.75	225,514	70.25
2537(1994)	361,219	97,773	27.07	263,446	72.93
2538(1995)	365,455	105,914	28.98	259,541	71.02
2539(1996)	348,660	109,160	31.31	239,500	68.69
2540(1997)	333,297	105,737	31.72	227,560	68.28

1.3 จำนวนฟาร์มเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

เนื่องจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ให้ผลตอบแทนต่อหน่วยการลงทุนสูงจึงเป็นผลให้เกษตรกรหันมาเลี้ยงกุ้งกุลาดำกันเป็นจำนวนมาก จะเห็นได้ว่าในปี 2533 มีฟาร์มเลี้ยงกุ้งรวมทั้งสิ้น 15,072 ฟาร์ม หลังจากนั้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปีจนในปี 2539 มีฟาร์มเลี้ยงกุ้งถึง 23,413 ฟาร์ม และจากผลการสำรวจในปี 2540 จำนวนฟาร์มเลี้ยงกุ้งทะเลทั่วประเทศมีจำนวน 23,732 ฟาร์ม เพิ่มขึ้นจากปี 2539 เพียง 310 ฟาร์ม คิดเป็นร้อยละ 1.32 แยกเป็นการเลี้ยงแบบธรรมชาติจำนวน 2,837 ฟาร์ม คิดเป็นร้อยละ 11.96 เลี้ยงแบบกึ่งพัฒนาจำนวน 894 ฟาร์ม คิดเป็นร้อยละ 3.77 และการเลี้ยงแบบพัฒนาจำนวน 19,992 ฟาร์ม คิดเป็นร้อยละ 84.27 จังหวัดที่มีฟาร์มเลี้ยงกุ้งทะเลมากที่สุดในปี 2540 คือ จังหวัดนครศรีธรรมราช มีฟาร์มเลี้ยงกุ้งทั้งหมด

4,063 ฟาร์ม คิดเป็นร้อยละ 17.13 ของฟาร์มเลี้ยงกุ้งกุลาดำทั่วประเทศ แยกเป็นฟาร์มเลี้ยงแบบธรรมชาติ 95 ฟาร์ม เลี้ยงแบบกึ่งพัฒนาจำนวน 346 ฟาร์ม เลี้ยงแบบพัฒนาจำนวน 3,622 ฟาร์ม จังหวัดที่มีฟาร์มเลี้ยงรองลงมาคือ จังหวัดฉะเชิงเทรา มีฟาร์มเลี้ยงกุ้งทั้งหมด 3,097 ฟาร์ม คิดเป็นร้อยละ 13.05 ของฟาร์มเลี้ยงกุ้งกุลาดำทั่วประเทศ เป็นฟาร์มเลี้ยงแบบพัฒนาทั้งหมด จังหวัดที่มีฟาร์มเลี้ยงเป็นอันดับสาม คือ จังหวัดจันทบุรี เป็นการเลี้ยงแบบพัฒนาจำนวน 2,451 ฟาร์ม คิดเป็นร้อยละ 10.33 และเป็นฟาร์มเลี้ยงแบบธรรมชาติ 188 ฟาร์ม คิดเป็นร้อยละ 0.79 ของฟาร์ม ที่เหลือเป็นการเลี้ยงแบบพัฒนา 2,263 ฟาร์ม คิดเป็นร้อยละ 9.54 ของฟาร์มเลี้ยงกุ้งกุลาดำทั่วประเทศ

ตาราง 2 จำนวนฟาร์มเลี้ยงกุ้งกุลาดำจำแนกตามประเภทการเลี้ยงปี 2534-2540

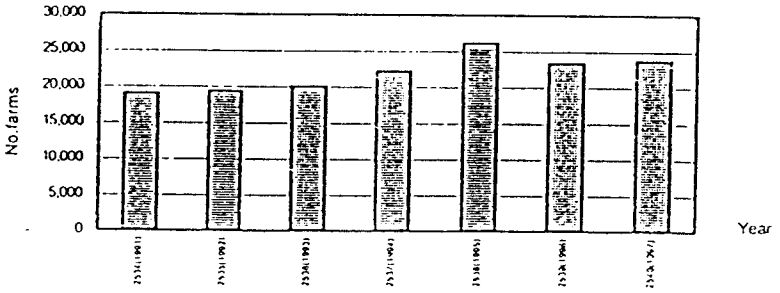
ประเภทของการเลี้ยง/ปี	2534	2535	2536	2537	2538	2539	2540
	1,991	1,992	1,993	1,994	1,995	1,996	1,997
รวม	18,998	19,403	20,027	22,198	26,145	23,413	23,723
ธรรมชาติ	2,819	3,006	3,031	3,244	2,972	3,093	2,837
กึ่งพัฒนา	2,218	1,629	1,522	1,247	1,172	1,036	894
พัฒนา	13,961	14,768	15,474	17,707	22,001	19,284	19,992

กรมประมง . 2540 : 9

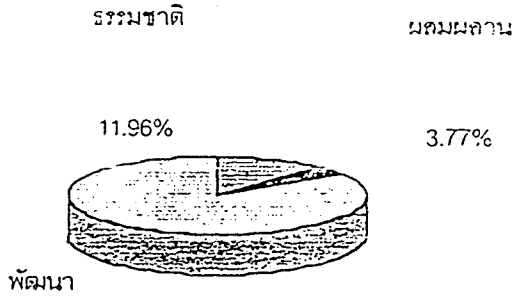
ตาราง 3 จำนวนฟาร์มเลี้ยงกุ้งกุลาดำในจังหวัดที่จำแนกตามประเภทการเลี้ยงปี 2540

จังหวัด/ประเภท	รวม	ธรรมชาติ	กึ่งพัฒนา	พัฒนา
รวม	23,723	2,837	894	19,992
นครศรีธรรมราช	4,063	4,063	346	3,622
ฉะเชิงเทรา	3,097	-	-	3,097
จันทบุรี	2,451	188	-	2,263
อื่น ๆ	14,112	2,554	548	11,010

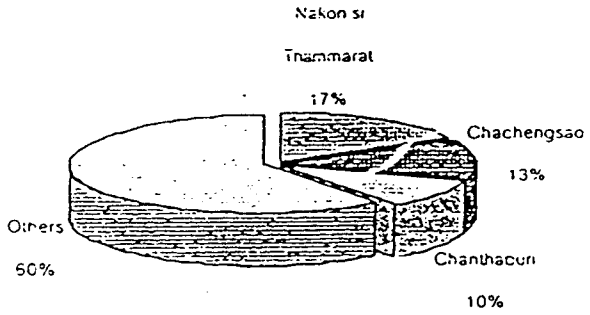
กรมประมง. 2540 : 9



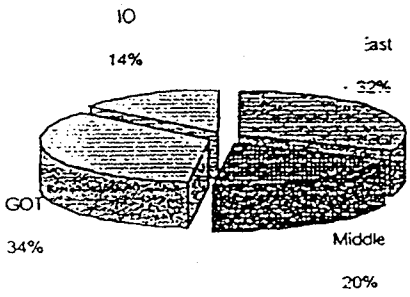
ภาพประกอบ 4 จำนวนฟาร์มเลี้ยงกุ้งกุลาดำปี 2534-2540 กรมประมง . 2540 : 10



ภาพประกอบ 5 จำนวนฟาร์มเลี้ยงกุ้งกุลาดำจำแนกตามประเภทการเลี้ยงปี 2540
กรมประมง . 2540 : 10



ภาพประกอบ 6 ร้อยละของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งจำแนกรายจังหวัด กรมประมง. 2540 : 1



ภาพประกอบ 7 จำนวนฟาร์มเลี้ยงกุ้งทะเลจำแนกตามแหล่งเพาะการเลี้ยงปี 2540 กรมประมง . 2540 : 11

ตาราง 4 จำนวนฟาร์มเลี้ยงกุ้งกุลาดำจำแนกตามแหล่งเพาะเลี้ยง ปี 2534-2540 กรมประมง . 2540 : 12

แหล่งเพาะเลี้ยง/ปี	2534	2535	2536	2537	2538	2539	2540
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
รวม	18,998	19,403	20,027	22,198	26,145	23,413	23,723
ภาคตะวันออก	4,117	5,028	4,952	5,600	6,676	5,752	7,681
ภาคกลาง	4,612	3,917	3,873	3,975	4,019	4,798	4,794
ภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย	8,602	8,626	9,004	9,677	11,528	8,926	7,842
ภาคใต้ฝั่งอันดามัน	1,667	1,832	2,198	2,946	3,922	3,937	3,406

เมื่อพิจารณาแยกตามแหล่งเลี้ยงปรากฏว่า ในปี 2540 ปริมาณภาคใต้ฝั่งอ่าวไทยมีจำนวน 7,842 ฟาร์ม คิดเป็นร้อยละ 33.06 ของจำนวนฟาร์มกุ้งทั้งหมด โดยมีจำนวนฟาร์มกุ้งลดลงจากปี 2539 จำนวน 1,084 ฟาร์ม คิดเป็นร้อยละ 12.14 จังหวัดที่มีจำนวนฟาร์มกุ้งมากในภาคนี้ได้แก่ นครศรีธรรมราช สงขลา และสุราษฎร์ธานี แหล่งเลี้ยงที่สำคัญรองลงมาเป็นภาคตะวันออก มีจำนวนฟาร์มกุ้ง 7,681 ฟาร์ม คิดเป็นร้อยละ 32.28 ของจำนวนกุ้งทั้งหมด เพิ่มขึ้นจากปี 2539 จำนวน 1,929 ฟาร์ม คิดเป็นร้อยละ 33.54 จังหวัดที่มีจำนวนฟาร์มกุ้งมากในภาคนี้ได้แก่ ฉะเชิงเทราและจันทบุรี อันดับสามเป็นภาคกลางมีจำนวนฟาร์มกุ้ง 4,794 ฟาร์ม คิดเป็นร้อยละ 20.21 ของจำนวนฟาร์มกุ้งทั้งหมด ส่วนภาคใต้ฝั่งอันดามันมีจำนวนฟาร์มกุ้ง 3,406 ฟาร์ม หรือประมาณร้อยละ 14.36 ของจำนวนฟาร์มกุ้งทั้งหมด เห็นได้ว่าพื้นที่การเลี้ยงในภาคใต้ฝั่งอันดามันมีจำนวนไม่มากนักเนื่องจากมีพื้นที่จำนวนจำกัด

1.4 พื้นที่เลี้ยงกุ้งกุลาดำ

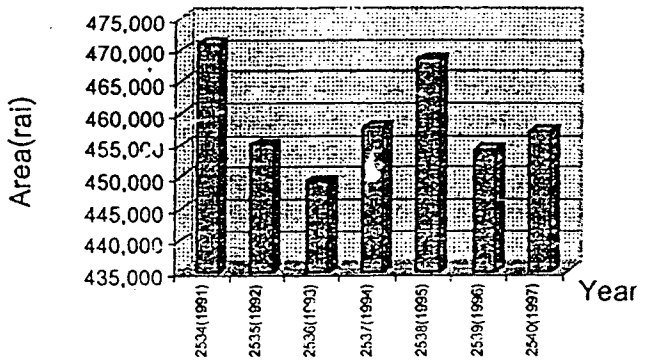
พื้นที่เลี้ยงกุ้งกุลาดำทั้งประเทศปี 2540 มีจำนวน 457,000 ไร่ พื้นที่ใกล้เคียงจากปี 2539 มาก โดยเพิ่มขึ้นเพียง 2,850 ไร่ เป็นพื้นที่เลี้ยงแบบธรรมชาติ จำนวน 139,152 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 30.45 ของพื้นที่เลี้ยงทั้งหมดเป็นพื้นที่กึ่งพัฒนา 40,250 ไร่ หรือประมาณร้อยละ 8.81 ของพื้นที่เลี้ยงทั้งหมด การเลี้ยงแบบพัฒนามีพื้นที่เลี้ยง 277,598 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 60.74 ของพื้นที่ทั้งหมด

ตาราง 5 พื้นที่ฟาร์มเลี้ยงกุ้งกุลาดำจำแนกตามประเภทการเลี้ยงปี 2534-2540 กรมประมง . 2540 : 13

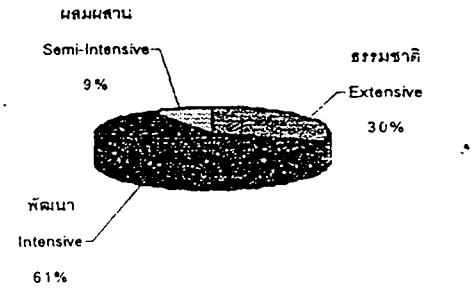
ประเภทของการเลี้ยง/ปี	2534	2535	2536	2537	2538	2539	2540
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	19978
รวม	470,826	454,975	449,292	457,793	468,386	454,148	457,000
ธรรมชาติ	134,060	149,995	152,565	163,541	138,376	144,635	139,152
กึ่งพัฒนา	98,613	77,868	68,173	52,811	50,568	46,246	40,250
พัฒนา	238,153	227,112	228,554	241,441	279,442	263,267	277,598

ตาราง 6 พื้นที่ฟาร์มเลี้ยงกุ้งกุลาดำในจังหวัดที่สำคัญจำแนกตามประเภทการเลี้ยงปี2540
กรมประมง.2540 : 13

จังหวัด/ประเภท	รวม	ธรรมชาติ	กึ่งพัฒนา	พัฒนา
รวม	457,000	139,152	40,250	277,598
นครราชศรีธรรมราช	60,000	8,592	-	51,468
ฉะเชิงเทรา	52,921	4,437	22,857	25,627
จันทบุรี	40,500	35,500	-	5,000
อื่น ๆ	303,519	90,623	17,393	195,503



ภาพประกอบ 8 พื้นที่ฟาร์มเลี้ยงกุ้งทะเล ปี 2534-2540 กรมประมง . 2540 : 14

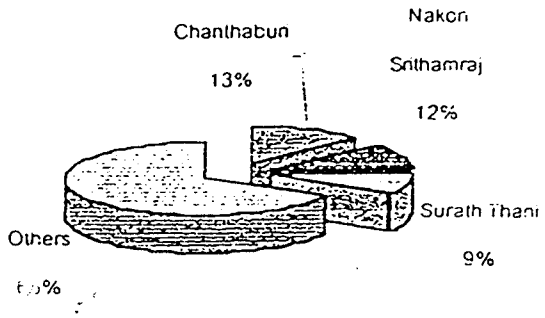


ภาพประกอบ 9 พื้นที่การเลี้ยงกุ้งทะเล จำแนกตามประเภทการเลี้ยงปี 2540 กรมประมง . 2540 : 14

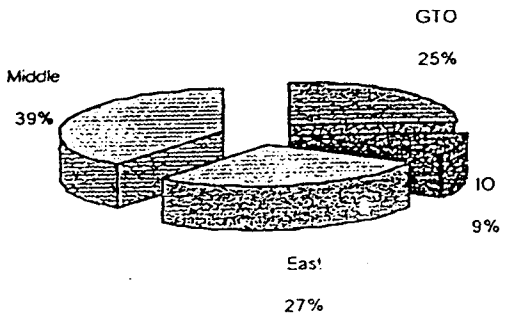
ตาราง 7 พื้นที่ฟาร์มเลี้ยงกุ้งกุลาดำจำแนกตามแหล่งเพาะเลี้ยง ปี 2534-2540 กรมประมง . 2540 : 15

แหล่งเพาะเลี้ยง/ปี	2534	2535	2536	2537	2538	2539	2540
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
รวม	470,826	545,975	449,292	457,793	468,386	454,148	45,7000
ภาคตะวันออก	133,489	133,104	131,971	131,222	149,670	102,920	124,062
ภาคกลาง	155,958	141,414	142,105	149,551	133,938	170,985	177,331
ภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย	162938	160,011	148,764	144,102	144,997	131,745	113,992
ภาคใต้ฝั่งอันดามัน	18441	20,446	26,452	32,452	32,918	48,498	41,615

ในอดีตจนกระทั่งปี 2533 พื้นที่เลี้ยงส่วนใหญ่จะอยู่ในภาคกลาง รองลงมาคือภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย อันดับสามคือภาคตะวันออก ส่วนภาคใต้ฝั่งตะวันตก (อันดามัน) มีพื้นที่เลี้ยงน้อยที่สุดในปี 2538 พื้นที่เลี้ยงมากที่สุดเปลี่ยนมาเป็นบริเวณภาคตะวันออก พื้นที่สำคัญรองลงมาคือภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย อันดับสามเป็นพื้นที่ภาคกลาง สำหรับภาคใต้ฝั่งตะวันตก (อันดามัน) มีพื้นที่เลี้ยงน้อยที่สุดในปี 2539 และ 2540 เกษตรกรหันมาเลี้ยงกุ้งในพื้นที่ความเค็มต่ำในภาคกลางกันมาก ด้วยเหตุที่เป็นพื้นที่ใหม่จึงได้ผลผลิตดีพอสมควรเป็นผลให้จากการสำรวจในปี 2540 ภาคกลางมีพื้นที่มากสุดโดยมีพื้นที่เลี้ยง 177,331 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 38.80 ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่สำคัญรองลงมาคือภาคตะวันออก มีพื้นที่เลี้ยง 124,062 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 27.15 ของพื้นที่เลี้ยงทั้งหมด โดยเลี้ยงกันมากในจังหวัดฉะเชิงเทรา และจันทบุรี อันดับสามเป็นพื้นที่ภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย มีพื้นที่เลี้ยง 113,992 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 24.94 ของพื้นที่เลี้ยงทั้งหมด จังหวัดที่มีพื้นที่เลี้ยงมากในภาคนี้คือจังหวัดนครศรีธรรมราชและสุราษฎร์ธานี ส่วนภาคใต้ตะวันตก (อันดามัน) มีพื้นที่เลี้ยงน้อยที่สุดเพียง 41,615 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 9.11 เท่านั้น เนื่องจากมีพื้นที่เลี้ยงจำกัด



ภาพประกอบ 10 ร้อยละของพื้นที่เลี้ยงกุ้งจำแนกรายจังหวัด ปี 2540 กรมประมง. 2540 : 16



ภาพประกอบ 11 พื้นที่ฟาร์มเลี้ยงกุ้งจำแนกตามแหล่งเพาะเลี้ยง กรมประมง. 2540 : 16

โดยที่สินค้าประเภทกุ้งยังเป็นสินค้าส่งออกมากเป็นอันดับ 1 กล่าวคือมีมูลค่าการส่งออก 62,683.4 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 56.58 ของมูลค่าการส่งออกสินค้าประมงและผลิตภัณฑ์ทั้งหมดและในปี 2540 มูลค่าการส่งออกสินค้าประมงและผลิตภัณฑ์ทั้งหมดเท่ากับ 138,624 ล้านบาท โดยที่สินค้าประเภทกุ้งยังเป็นสินค้าส่งออกมากเป็นอันดับ 1 เช่นเดิม กล่าวคือมีมูลค่าการส่งออก 75,699.3 ล้านบาท คิดเป็นรอยละ 54.61 ของมูลค่าการส่งออกสินค้าประมงและผลิตภัณฑ์ทั้งหมด

ตาราง 8 การส่งออกสินค้าประมงและผลิตภัณฑ์ ปี 2539-2540

สินค้า	2539 ปริมาณตัน	(1996) มูลค่าล้านบาท	2540 ปริมาณตัน	(1997) มูลค่าล้านบาท
1. กุ้ง	230,793	62,683.4	211,998	75,699.3
- กุ้งสดแช่เย็นแช่แข็ง	161,462	43,402.4	137,080	47,183.8
- กุ้งกระป๋อง	67,248	180,707.0	73,493	28,115.4
- กุ้งแห้ง	1,295	323.5	1,125	300.7
- กุ้งต้มสุกแช่เย็น	788	250.5	300	99.4
2. สินค้าประมงอื่น ๆ	916,155	48,097.9	969,257	63,924.75
รวมส่งออก	1,146,948	110,781.3	1,181,255	138,624.0

กรมประมง. 2540 : 26

1.5 ผลผลิตจำแนกตามแหล่งเพาะเลี้ยง

ภาคตะวันออกผลผลิตและมูลค่าในภาคนี้สูงสุดเป็นอันดับหนึ่ง โดยมีผลผลิต 75,916 ตัน คิดเป็นร้อยละ 33.36 ของผลผลิตทั้งหมดมูลค่า 17,794 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 36.24 ของมูลค่ารวม ปริมาณลดลงจากปีที่ผ่านมาร้อยละ 5.25 แต่มูลค่าเพิ่มขึ้นจากปีที่ผ่านมาถึงร้อยละ 44.31 และมีผลผลิตเฉลี่ย 611 กิโลกรัม/ไร่ จังหวัดที่มีผลผลิตมากในภาคนี้คือ จันทบุรี มีผลผลิต 30,668 ตัน คิดเป็นร้อยละ 13.48 ของผลผลิตทั้งหมดมีมูลค่า 7,262 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 14.79 ของมูลค่ารวมภาคใต้ฝั่งตะวันออก (อ่าวไทย) มีผลผลิตและมูลค่าเป็นอันดับสองโดยมีผลผลิต 67,056 ตัน คิดเป็นร้อยละ 29.47 ของผลผลิตทั้งหมดมูลค่า 13,825 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 28.15 ของมูลค่ารวม โดยทั้งปริมาณและมูลค่าลดลงจากปีที่ผ่านมาร้อยละ 25.25 และ 11.90 ตามลำดับ มีผลผลิตเฉลี่ย 588 กิโลกรัม/ไร่ จังหวัดที่มีผลผลิตมากภาคนี้คือ นครศรีธรรมราช มีผลผลิต 31,988 ตัน คิดเป็นร้อยละ 14.06 ของผลผลิตทั้งหมดมีมูลค่า 5,718 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 11.64 ของมูลค่ารวม ภาคใต้ฝั่งตะวันตก (อันดามัน) มีผลผลิตมากอันดับสามเป็น 45,458 ตัน คิดเป็นร้อยละ 19.98 ของมูลค่าผลผลิตทั้งหมด มูลค่า 9,709 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 19.77 ของมูลค่ารวม โดยปริมาณและมูลค่าลดลงจากปีที่ผ่านมาร้อยละ 19.02 และ 0.83 ตามลำดับ มีผลผลิตเฉลี่ย 1,092 กิโลกรัม/ไร่ การที่ผลผลิตต่อไร่สูงกว่าภาคอื่นเนื่องจากการเลี้ยงเกือบทั้งหมดเป็นการเลี้ยงแบบพัฒนาประกอบกับสภาพแวดล้อมยังเหมาะสมต่อการเลี้ยง แต่เนื่องจากสภาวะแวดล้อมโทรมลงเป็นให้ผลผลิตต่อไร่ลดลงกว่าปีที่ผ่านมา จังหวัดที่ผลผลิตมากในภาคนี้คือ พังงา สตูล กระบี่ ตรังและภูเก็ต ตามลำดับ

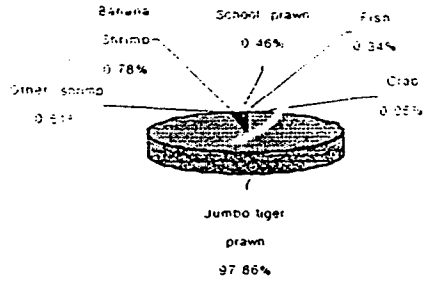
ภาคกลางมีผลผลิตต่ำสุดโดยมีผลผลิตเพียง 39,129 คิดเป็นร้อยละ 17.20 ของผลผลิตทั้งหมดมีมูลค่า 7,776 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 15.58 ของมูลค่ารวม มีผลผลิตเฉลี่ย 220 กิโลกรัม/ไร่ เป็นที่น่าสังเกตว่าผลผลิตเฉลี่ยต่ำ เนื่องจากพื้นที่เดิมส่วนใหญ่เป็นการเลี้ยงแบบธรรมชาติ

1.6 การค้า

การค้าภายในประเทศ : การค้ากุ้งกุลาดำภายในประเทศ ลักษณะการซื้อขายกุ้งกุลาดำส่วนใหญ่หรือเกือบทั้งหมดใช้ระบบการประมูลซึ่งระดับราคาจะเคลื่อนไหวหรือเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับปริมาณตามต้องการและคุณภาพของกุ้งโดยเฉพาะความต้องการของตลาดต่างประเทศที่สำคัญ เช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่นแบะสหภาพยุโรปจะมีอิทธิพลต่อราคากุ้งกุลาดำในประเทศเป็นอย่างมาก

การค้าต่างประเทศ : กุ้งกุลาดำนับว่าเป็นสัตว์น้ำที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของไทยเป็นอย่างมาก นับตั้งแต่มีการเลี้ยงอย่างจริงจังในปี 2530 เป็นต้นมา การเลี้ยงกุ้งกุลาดำได้ขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ปริมาณการส่งออกกุ้งกุลาดำของไทยโดยเฉพาะกุ้งสดแช่เย็นแช่แข็ง จัดเป็นสินค้าส่งออกที่นำรายได้เข้าประเทศมากที่สุด 10 อันดับแรก ติดต่อกันมาตั้งแต่ปี 2534 ในปี 2539 มูลค่าการส่งออกสินค้าประมงและผลิตภัณฑ์ทั้งหมดเท่ากับ 110,781.2 ล้านบาท

จากการสำรวจผลผลิตของฟาร์มเลี้ยงกุ้งกุลาดำในปี 2540 มีประมาณรวมทั้งสิ้น 228,444 ตัน มูลค่ารวม 49,137.50 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 99.93 ของมูลค่าการผลิตรวมทั้งหมด ปริมาณลดลงจากปี 2539 ร้อยละ 4.99 แต่มูลค่าเพิ่มขึ้น ร้อยละ 21.81 มีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ 498 กิโลกรัม นอกจากนั้นเป็นสัตว์น้ำจำพวกปลา 769 ตัน มูลค่า 23.70 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 0.34 และ 0.05 ของปริมาณและมูลค่าการผลิตทั้งหมดที่เหลือเป็นปูทะเลมีผลผลิตเพียง 115 ตัน มูลค่า 9.29 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 0.05 และ 0.02 ของปริมาณและมูลค่าการผลิตทั้งหมด เห็นปลาและปูมีผลผลิตต่ำมาก ซึ่งเป็นเพียงผลพลอยได้จากการสูบน้ำเข้าฟาร์มกุ้งจากการเลี้ยงแบบธรรมชาติและการเลี้ยงแบบผสมผสาน



ภาพประกอบ 12 ผลผลิตการเลี้ยงกุ้งทะเลจำแนกตามชนิดสัตว์น้ำ

กรมประมง. 2540 : 17

ตารางที่ 9 ปริมาณและมูลค่าสัตว์น้ำที่สำคัญทางเศรษฐกิจจากการเลี้ยงกุ้งทะเลปี 2540

ชนิดสัตว์น้ำ	ปริมาณ (ตัน)	ร้อยละ	มูลค่า (ล้านบาท)	ร้อยละ
รวมสัตว์น้ำที่จับได้	228,444	100.00	49,137.50	100.00
สัตว์น้ำประเภทกุ้ง	227,560	99.61	49,104.51	99.93
กุ้งกุลาดำ	223,561	97.86	48,674.38	99.05
กุ้งแชบ๊วย	1,781	0.78	282.81	0.58
กุ้งโอคัก	1,062	0.46	86.98	0.18
กุ้งอื่น ๆ	1,166	0.51	60.34	0.12
สัตว์น้ำประเภทปลา	769	0.34	23.70	0.05
ปูทะเล	115	0.50	9.29	0.02

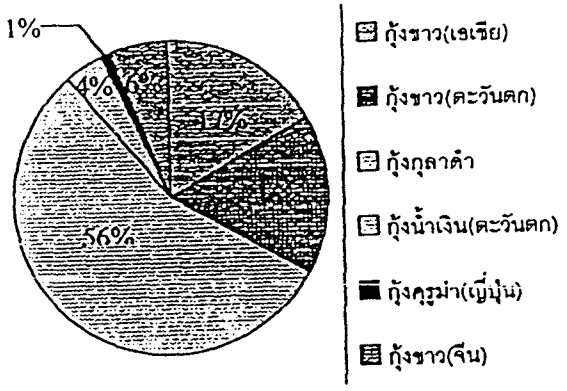
กรมประมง. 2540:17

ตาราง 10 แสดงจำนวนฟาร์มกุ้ง พื้นที่การเลี้ยง ปริมาณและมูลค่าปี พ.ศ. 2515-2540 ของประเทศไทย

ปี	จำนวนฟาร์ม	พื้นที่เลี้ยง	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)
2515 (1972)	1,154	56,602	9,91.000	20.500
2516 (1973)	1,462	71,602	1,635.000	35.300
2517 (1974)	1,518	75,576	1,775.000	43.200
2518 (1975)	1,568	80,422	2,538.290	81.880
2519(1976)	1,544	76,850	2,533.330	79.452
2520(1977)	1,437	77,567	1,589.540	56.090
2521(1978)	3,045	151,055	6,394.830	349.156
2522(1979)	3,378	154,222	7,065.070	460.587
2523(1980)	3,572	162,727	8,063.050	458.908
2524(1981)	3,657	171,619	10,727.870	657.256
2525(1982)	3,943	192,453	10,090.770	765.683
2526(1983)	4,327	222,107	11,549.750	9,50.370
2527(1984)	4,519	229,949	13,006.750	1,024.006
2528((1985)	4,539	254,805	15,840.560	1,348.415
2529(1986)	5,534	283,548	17,885.830	1,737.580
2530(1987)	5,899	279,812	23,566.470	3,449.320
2531(1988)	10,246	342,364	55,632.800	7,900.550
2532 (1989)	12,545	444,785	93,494.500	11,072.361
2533 (19990)	15,072	403,787	118,227.050	14,365.361
2534(1991)	18,998	470,826	162,069.693	19,834.113
2535(1992)	19,403	454,975	184,884.321	25,500.142
2536(1993)	20,027	149,292	225,514.303	32,425.341
2537(1994)	22,198	457,793	263,445.965	39,745.253
2538(1995)	26,145	463,386	259,540.536	39,745.253
2539(1996)	23,413	454,148	239,499.530	40,312.127
2540(1997)	23,723	457,000	227,560.240	49,104.507

(กรมประมง. 2540 : 31)

สำหรับข้อมูลการผลิตกุ้งทั่วโลกปี พ.ศ. 2541-2542 ทั่วโลกผลิตได้ประมาณ 814,250 เมตริกตัน ในกุ้งทุกชนิด (จากซีกโลกตะวันตก 171,500 เมตริกตัน) เพิ่มขึ้น 10% จาก 737,200 เมตริกตัน ซึ่งผลิตได้ในปี พ.ศ. 2541 โดยกุ้งที่ผลิตได้มากที่สุดคือ กุ้งกุลาดำประมาณ 56% ตามด้วย กุ้งขาว (เอเชีย) 17% กุ้งขาว (ตะวันตก) 16% กุ้งขาว (จีน) 6% กุ้งน้ำเงิน (ตะวันตก) 4% และกุ้งดูรูม่า (ญี่ปุ่น) 1% ซีกโลกตะวันออก ฟาร์มเลี้ยงกุ้งเกือบทั้งหมดตั้งอยู่บริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยปี พ.ศ. 2542 ผลิตกุ้งได้ประมาณ 79% ของกุ้งที่ผลิตได้ทั่วโลก คือ 642,750 เมตริกตัน เพิ่มขึ้น 21% จากที่ผลิตได้ 530,200 เมตริกตัน ในปี พ.ศ. 2541 (วารสารเจริญโภคภัณฑ์. 2542 (142) 1-3)



ภาพประกอบ 13 ชนิดกุ้งที่เลี้ยงของโลกปี พ.ศ. 2543

ไ 22ไ20 ว.3

ตาราง 11 แสดงการผลิตกุ้งซีกโลกตะวันออก ปี พ.ศ. 2541-2542

ประเทศ	ผลผลิตกุ้ง (เมตริกตัน)			พื้นที่เลี้ยง (เฮคแตร์)		
	2541	2542	เปอร์เซ็นต์แตกต่าง	2541	2542	เปอร์เซ็นต์แตกต่าง
ไทย	210,00 (230,000)***	20,000 (230,000)	-	70,000 (437,500 ไร่)	800,000 (500,000 ไร่)	+14
จีน	-	110,000 (85,000)**	-	-	180,000 (1,125.00 ไร่)	-
อินโดนีเซีย	50,000	100,000	+100	200,000 (7,500 ไร่)	350,000 (2,187,500 ไร่)	+75
อินเดีย	70,000	70,000	-	140,000 (875,000 ไร่)	130,000 (375,000)	-7
เวียดนาม	-	40,000	-	-	200,000 (1,250,000 ไร่)	-
ฟิลิปปินส์	35,000	40,000	+14	20,000 (125,000 ไร่)	60,000 (370,050 ไร่)	+200
มาเลเซีย	8,000	6,000	*-25	4,000 (250,000 ไร่)	4,000 (25,000 ไร่)	-
ศรีลังกา	5,000	-	-	3,000 (18,750 ไร่)	-	-
ออสเตรเลีย	22,000	2,400	+9	550 (3,437 ไร่)	600 (3,750 ไร่)	+9
อื่น ๆ	150,000	74,350	-50	200,000 (1,250,550 ไร่)	109,450 (684,062 ไร่)	-45
รวม	530,200	642,750	+21	637,550 (3,984,687 ไร่)	1,114,050 (6,962,812 ไร่)	-75

หมายเหตุ : ** เฮคแตร์ = 6.25 ไร่

** ปรับตัวเลขโดยสมาพันธ์การเลี้ยงกุ้งแห่งเอเชีย (Asec)

ชนิดกุ้งที่ได้รับความนิยมเลี้ยงอย่างกว้างขวางยังคงเป็นกุ้งกุลาดำ (ประมาณ 70% ของผลผลิตกุ้งที่ได้) ตลาดญี่ปุ่นเป็นตลาดใหญ่ของกุ้งที่ผลิตได้ในเอเชีย แต่มีการส่งออกกุ้งแช่แข็งและกุ้งแปรรูปไปยังตลาดสหรัฐอเมริกา ยุโรป และประเทศต่าง ๆ ในเอเชีย เช่น เกาหลีใต้ ไต้หวันและจีน ไม่มีการบอกถึงตัวเลขที่ใช้บริโภคภายในประเทศ ผู้ผลิตซีกโลกตะวันตก ปี พ.ศ. 2542 ผลิตกุ้งที่เลี้ยงทั้งหมด คือ 171,500 เมตริกตัน ลดลง 17% จากที่ผลิตได้ 207,000 เมตริกตัน

ตาราง 12 แสดงการผลิตกุ้งซีกโลกตะวันออก ปี พ.ศ. 2541-2542

ประเทศ	ผลผลิตกุ้ง (เมตริกตัน)			พื้นที่เลี้ยง (เฮคแตร์)		
	2541	2542	เปอร์เซ็นต์แตกต่าง	2541	2542	เปอร์เซ็นต์แตกต่าง
เอกวาดอร์	130,000	85,000 (110,000)	-35	16,000 (100,000 ไร่)	100,000 (625,000 ไร่)	-37
เม็กซิโก	17,000	-	-	24,000 (150,000 ไร่)	-	-
เบลิซ	4,000	-	-	1,200 (7,500 ไร่)	-	-
นิคารากัว	4,000	4,000	-	5,500 (34,375 ไร่)	6,000 (37,500)	+9
เวเนซูเอลา	3,000	4,000	+33	1,200 (7,500 ไร่)	2,000 (12,500 ไร่)	+66
ปานามา	8,000	2,000	-75	8,500 (53,125 ไร่)	3,000 (18,750 ไร่)	-65
เปรู	5,000	-	-	3,200 (20,000 ไร่)	-	-
สหรัฐอเมริกา	2,000	1,500	-25	1,000 (6,250 ไร่)	400 (2,500 ไร่)	-60
อื่น ๆ	34,000	75,000	-43	22,200 (138,750 ไร่)	26,000 (162,500 ไร่)	+17
รวม	207,000	171,500	-17	226,800 (1,417,500 ไร่)	137,400 (858,750 ไร่)	-39

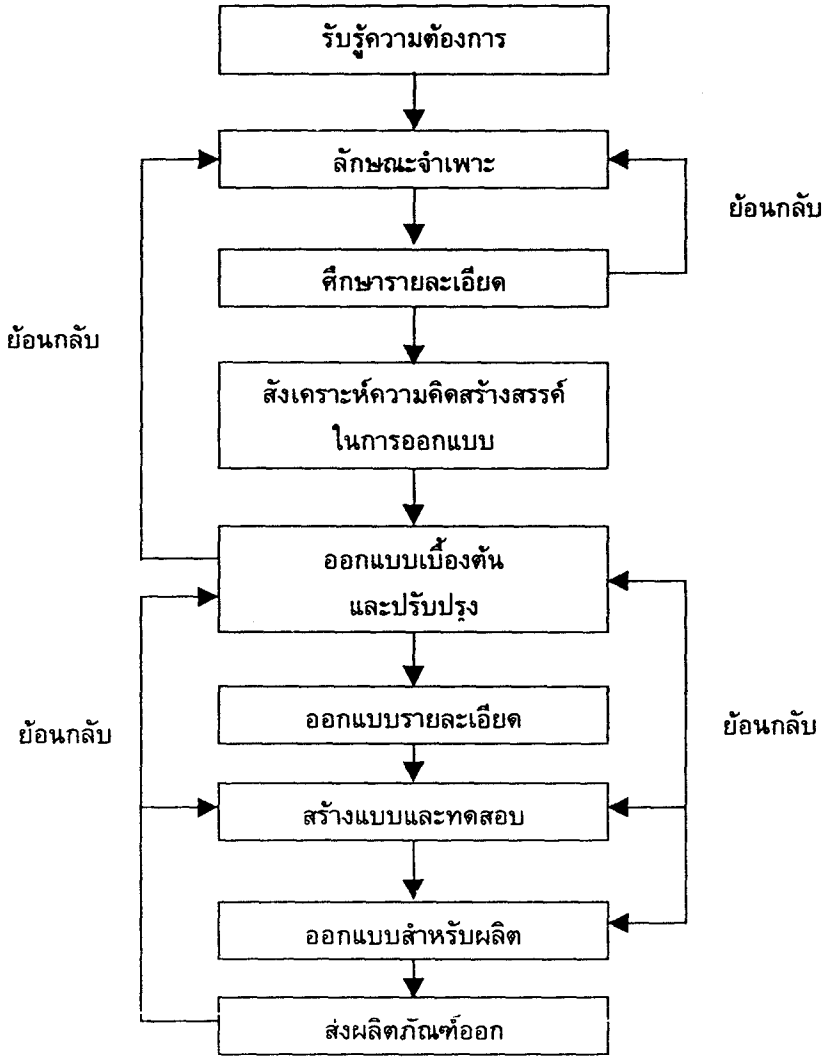
ในปี พ.ศ. 2541 ด้วยประเทศผู้ผลิตกุ้งในซีกโลกตะวันตก ประสบปัญหาโรคตัวแดงดวงขาว ซึ่งเริ่มคุกคามในนิคารากัวและฮอนดูรัสอย่างหนักช่วงต้นปี ทำให้ธุรกิจการส่งออกลดลงมาก

จากข้อมูลทั้งหมดที่ได้นำเสนอเกี่ยวกับธุรกิจการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ซึ่งมีปัจจัยหลายด้านในการดำเนินธุรกิจประเภทนี้ แต่ประเทศไทยก็ยังเป็นประเทศที่ผลิตกุ้งกุลาดำส่งออกมากอันดับ 1 ใน 10 ที่ผลิตกุ้งทั่วโลก ซึ่งจะวิเคราะห์ได้จากข้อมูลย้อนหลังของกรมประมงและบริษัทเจริญโภคภัณฑ์ ซึ่งมีการขยายพื้นที่การเลี้ยงและการส่งออกกุ้งกุลาดำปีที่ผ่าน ๆ มา แต่ถึงอย่างไรเมื่อมองย้อนหลังไปในด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ส่วนมากประเทศไทยยังบริโภคเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเลี้ยงกุ้งกุลาดำจากต่างประเทศเสียเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งทำให้ต้นทุนในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำสูงเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะเป็นปัจจัยเสี่ยงในการแข่งขันกับต่างประเทศ ดังนั้นการพัฒนาเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำโดยการใช้ลูกกลิ้งก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ผู้วิจัยพยายามที่จะลดต้นทุนในการเลี้ยงได้อีกหนทางหนึ่งให้แก่ผู้เลี้ยงกุ้งกุลาดำภายในอนาคต

2. หลักการออกแบบเครื่องจักรกลและคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการออกแบบ

ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลส่วนใหญ่ที่ออกแบบแล้วนำมาประกอบเป็นชุดประกอบ (Assembly) หรือนำเอาชุดประกอบหลาย ๆ ชุดมาประกอบรวมกันเป็นเครื่องจักรกล เช่น เครื่องคัด ฯลฯ ได้อย่างเหมาะเจาะพอดี (Optimum) การออกแบบชิ้นส่วนหรือเครื่องจักรกลให้ใช้งานได้ดีนั้น ประการแรกจะต้องมีการรวบรวมวิธีแก้ปัญหาในการออกแบบได้หลายรูปแบบ มีประสบการณ์ มีพื้นฐานทางวิศวกรรมลึกซึ้ง รวมทั้งมีจินตนาการความคิดสร้างสรรค์ที่ดีและมีความรู้เกี่ยวกับวิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering) ด้วย (มานพ ต้นตระบัณฑิต. 2540 : 1)

การออกแบบเป็นกระบวนการที่น่าสนใจ ควรจะเริ่มต้นจากกระดาษเปล่าแผ่นหนึ่งแล้วเริ่มลงมือแสดงความคิดเห็นลงไป ต่อไปจะเกิดอะไรขึ้นมีอะไรบ้างที่เป็นตัวควบคุมหรือมีผลต่อการตัดสินใจและสุดท้ายงานออกแบบจะสิ้นสุดลงที่ใด ดังนั้นจึงจะกล่าวถึงขั้นตอนในการออกแบบทั่วไปซึ่งงานบางประเภทอาจไม่เป็นไปตามขั้นตอนดังกล่าว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบและกรรมวิธีการออกแบบ ดังจะเขียนภาพประกอบ



ภาพประกอบ 14 การออกแบบที่มีวงย้อนกลับ (วริทธิ์ อั้งภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน. 2536 : 14)

จากภาพประกอบ 14 สามารถอธิบายรายละเอียดของขั้นตอนต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. รับรู้ความต้องการ : การออกแบบอาจเริ่มต้นขึ้นจากวิศวกรได้รับความต้องการและตัดสินใจที่จะทำอะไรบ้าง หรืออาจได้รับข้อมูลจากลูกค้าที่เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ในด้านการใช้งานและคุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นแรงผลักดันให้มีการออกแบบขึ้นได้ การแข่งขันกันทางด้านธุรกิจและอุตสาหกรรม ทำให้เกิดความต้องการในการออกแบบอุปกรณ์ กระบวนการ และเครื่องจักรกลใหม่ ๆ สิ่งสำคัญ คือ ต้องยอมรับรู้ว่าเกิดความต้องการขึ้นแล้วใช้ประสบการณ์พื้นฐานที่มีอยู่ทำความเข้าใจกับความต้องการนั้นให้ถ่องแท้

2. ลักษณะจำเพาะ : รวบรวมรายละเอียดของสิ่งที่ต้องการออกแบบให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งประกอบไปด้วย คุณลักษณะ ขนาด ราคา จำนวนที่ต้องการผลิต อายุการใช้งาน อุณหภูมิใช้งาน ความเชื่อถือ และสิ่งที่คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลง เช่น น้ำหนัก ขนาดต่าง ๆ พร้อมทั้งบางสิ่งบางอย่างที่เกิดขึ้นเนื่องจากการออกแบบ เช่น กรรมวิธีการผลิต ความชำนาญของช่างและการแข่งขันทางด้านตลาด การออกแบบงาน

3. ศึกษารายละเอียด : เพื่อแยกแยะถึงสิ่งที่อาจทำให้เกิดความเสียหายหรือความล้มเหลว ทั้งทางด้านเทคนิคและทางเศรษศาสตร์ โดยปกติผู้ที่รับผิดชอบในรายละเอียดจะมีความรู้วิธีเลือกใช้วัสดุ รู้วิธีการผลิต ผู้ที่ทำการศึกษารายละเอียดมักจะเป็นผู้รับผิดชอบโครงการทั้งหมด มีบ่อยครั้งที่ผลจากการศึกษารายละเอียดจะทำให้ลักษณะจำเพาะต้องเปลี่ยนไปเพื่อความสำเร็จจึงทำให้มีวงย้อนกลับไปยังลักษณะจำเพาะ

4. สังเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ : ซึ่งเป็นขั้นสุดท้ายและน่าสนใจที่สุดในการออกแบบ เพราะถ้าไม่มีสิ่งขีดจำกัดอันใด ผู้ออกแบบจะทำหน้าที่เป็นวิศวกรและนักประดิษฐ์ และจิตรกรในเวลาเดียวกัน ซึ่งในลักษณะนี้เขาจะเป็นนักสร้างสรรค์ การสังเคราะห์คือ การวิเคราะห์และทำให้อำนวยประโยชน์ที่สุดในขั้นนี้จะต้องสังเคราะห์ความคิดใหม่กับความคิดเก่า เพื่อจะทำให้เกิดความคิดใหม่ขึ้น ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่สั่งสอนกันไม่ได้แม้ว่าจะใช้วิธีการกระตุ้น แต่ก็เชื่อได้ว่าการศึกษาที่เหมาะสมทำให้มนุษย์มีกระบวนการคิดสร้างสรรค์กว้างขวางขึ้น

5. ออกแบบเบื้องต้นและปรับปรุง : ในขั้นนี้จำเป็นจะต้องมีแบบแสดงเครื่องจักรกลหรือระบบที่มีความเกี่ยวข้องกัน เพื่อหาความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของระบบทั้งหมด แบบควรมีขนาดสำคัญ พร้อมทั้งรูปประกอบ รูปด้านข้างอย่างสมบูรณ์ นอกจากนั้นยังต้องพิจารณาทางด้านของระบบด้วย เพื่อความมั่นใจว่าจะทำงานได้โดยปกติแล้ว ในขั้นนี้ยังไม่สมบูรณ์จำต้องมีวงย้อนกลับไปยังลักษณะจำเพาะเพื่อทำให้มีความสมบูรณ์ครบถ้วน พร้อมทั้งมีการปรับปรุงเพื่อพิสูจน์ให้เห็นถึงแนวคิดเพื่อหาวัสดุที่มีคุณสมบัติเหมาะสมเพื่อประเมินผลของอุปกรณ์หรือค้นหาสิ่งที่ยังไม่ชัดเจนจากข้อมูลทางด้านเทคนิคและประสบการณ์ที่ผ่านมา ดังนั้นการออกแบบเบื้องต้นอาจช้าหรือเปลี่ยนแปลงไปตามข้อมูลที่ได้

6. ออกแบบรายละเอียด : การออกแบบรายละเอียดเกี่ยวข้องกับขนาดจริงและขนาดของส่วนประกอบอื่น ๆ ทั้งหมดที่จะผลิตขึ้นเอง หรือผลิตภัณฑ์สำเร็จที่จะซื้อมาใช้ซึ่งประกอบเข้าด้วยกันทั้งหมดเป็นระบบ จึงต้องมีรายละเอียดของชิ้นส่วนทุกชิ้น แสดงรูปด้านต่าง ๆ เท่าที่จำเป็นโดยต้องกำหนดทั้งขนาด พิกัดความเผื่อไว้ให้ครบถ้วน วัสดุที่ใช้ จำนวนชิ้นส่วน ชื่อชิ้นส่วน และบางครั้งอาจจะต้องใช้แบบประกอบชิ้นงานสำเร็จด้วย โดยปกติช่างเขียนแบบจะทำงานไปพร้อมกับวิศวกร เพื่อเขียนแบบที่วิศวกรกำหนดขึ้น วิศวกรจะต้องให้ข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็น ซึ่งหมายถึงวิศวกรจะต้องใช้พื้นฐาน โลหะวิทยา กระบวนการผลิต โดยที่วิศวกรอาจจะหาผู้ช่วยที่มีความชำนาญพิเศษเฉพาะทางสาขามาช่วยได้

7. สร้างต้นแบบและทดสอบ : เมื่อสร้างต้นแบบเสร็จเรียบร้อยก็เตรียมประเมินผลและทดสอบ ผลจากการทดสอบอาจทำให้ต้องเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงการออกแบบเบื้องต้นหรือรายละเอียดบางประการซึ่งแสดงไว้เป็นวงย้อนกลับหลังจากเปลี่ยนแปลงปรับปรุงชิ้นส่วนบางชิ้นส่วน แล้วจะทดสอบและประเมินผลใหม่อีกครั้งหรืออาจต้องทำหลายครั้ง จนกระทั่งวิศวกรผู้ออกแบบพึงพอใจที่งานของเขามีสมรรถนะตามต้องการ

8. ออกแบบสำหรับผลิต : ในขั้นนี้จะพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงบางอย่างเพื่อความเหมาะสม (โดยพิจารณาจากหลักเศรษฐศาสตร์) ของวิธีการผลิตที่ดีที่สุดเนื่องจากการผลิตชิ้นงานน้อยชิ้นกับชิ้นงานมากชิ้นอาจต้องใช้วิธีการผลิตต่างกันจึงต้องหาวิธีการผลิตที่ประหยัดที่สุด

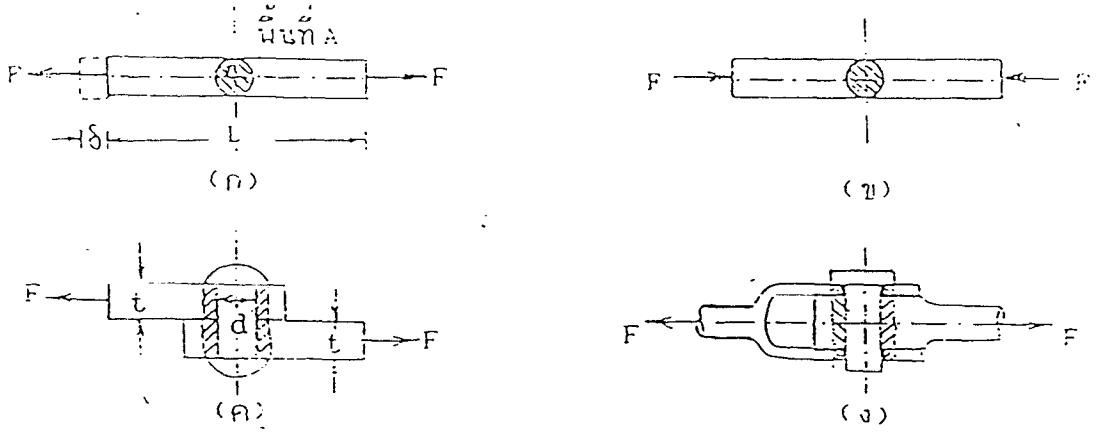
9. ส่งผลิตภัณฑ์ออก : โดยปกติมักจะผลิตชิ้นงานต้นแบบแล้วทดสอบอีกครั้งหนึ่ง ถ้ามีปัญหาที่แก้ไขไม่ได้ก็จะส่งกลับไปยังผู้ออกแบบเพื่อปรับปรุงหรือแสดงข้อเสนอแนะโดยวงย้อนกลับ (วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน. 2536 : 14-17)

การออกแบบเครื่องจักรกลจะต้องมีความรู้และความเข้าใจพื้นฐานหลายๆ ด้าน เช่น ทางคณิตศาสตร์ กลศาสตร์ ความแข็งแรงของวัสดุ กลศาสตร์ของไหล การสั่นสะเทือน โลหะวิทยา กระบวนการผลิต ฯลฯ รวมถึงหลักการของความแข็งแรงของวัสดุนำมาช่วยแก้ปัญหาทางวิศวกรรม โดยมีจุดมุ่งหมายที่

การออกแบบเครื่องจักรกลจะต้องมีความรู้และความเข้าใจพื้นฐานหลายๆ ด้าน เช่น ทางคณิตศาสตร์ กลศาสตร์ ความแข็งแรงของวัสดุ กลศาสตร์ของไหล การสั่นสะเทือน โลหะวิทยา กระบวนการผลิต ฯลฯ รวมถึงหลักการของความแข็งแรงของวัสดุนำมาช่วยแก้ปัญหาทางวิศวกรรม โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะให้ชิ้นส่วนของเครื่องจักรมีความเหมาะสมและถูกต้องตามหลักวิศวกรรมศาสตร์และสามารถนำไปใช้งานให้เหมาะสมกับงานนั้น ๆ จากแนวทางในการออกแบบเครื่องจักร ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่าการออกแบบเป็นสิ่งสำคัญที่สุดที่ควรจะคำนึงถึงเพราะการออกแบบเป็นการผสมผสานศาสตร์วิชาทั้งหลายเข้าด้วยกันเพื่อประดิษฐ์ชิ้นงานออกมา โดยคำนึงถึงหลักทฤษฎีต่าง ๆ ซึ่งถ้าชิ้นงานที่ประดิษฐ์ขาดการออกแบบนั่นหมายถึงเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดวิกฤติขึ้นได้ต่อชิ้นส่วนเครื่องจักรกลเสียหายถึงใช้งานได้ แต่ขีดความสามารถของเครื่องจักร 100 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการออกแบบจึงเป็นแนวทางในการใช้วัสดุในการสร้างเครื่องจักรกล ซึ่งเป็นแนวในการออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำโดยการใช้ลูกกลิ้ง

2.1 ความเค้นอย่างง่าย

นิยามของความเค้น คือ แรงหารด้วยพื้นที่หน้าตัดที่รับแรงความเค้นอย่างง่าย มีอยู่ 3 ชนิดคือ ความเค้นดึง ความเค้นกด และความเค้นเฉือน



ภาพประกอบ 15 แสดงแรงชนิดต่าง ๆ (ก) แรงดึง (ข) แรงเค้น (ค) แรงเฉือน (ง) แรงเฉือน

พิจารณาภาพประกอบ 15 (ก) และ (ข) ซึ่งเป็นท่อนโลหะกลมอยู่ภายใต้แรงดึง และแรงกด F ตามลำดับ ความเค้นดึงและความเค้นกด คือ

$$\sigma = \frac{F}{A} \qquad (1)$$

ในกรณีที่แผ่นโลหะยึดติดกันด้วยหมุดย้ำ จากภาพประกอบ 15 (ค) ตัวหมุดย้ำ ย้ำอาจจะขาดเนื่องจากแรงเฉือนกระทำที่หน้าตัด AB ถ้าพื้นที่หน้าตัดของหมุดย้ำเท่ากับ A ความเค้นเฉือนในหน้าตัดของหมุดย้ำ คือ

$$\tau = \frac{F}{A} \tag{2}$$

ถ้าหน้าตัดของชิ้นงานที่รับแรงเฉือนมีมากกว่าหนึ่งแห่ง ดังจากภาพประกอบ 15 (ง) ซึ่งมีสองแห่ง พื้นที่หน้าตัดที่รับแรง คือ 2A ในกรณีเช่นนี้เรียกว่าหมุดย้ำรับแรงเฉือนคู่ (Double Shear) เพราะฉะนั้นความเค้นเฉือนที่เกิดขึ้น ในหน้าตัดของหมุดย้ำนี้จะเท่ากับ

$$\tau = \frac{F}{2A} \tag{3}$$

พิจารณาหมุดย้ำจากภาพประกอบ 15 (ค) จะเกิดการอัดกันระหว่างด้านข้างของตัวหมุดย้ำกับแผ่นโลหะด้วย ความเค้นที่ผิวโลหะที่สัมผัสกันนี้ไม่สม่ำเสมอนัก ในทางปฏิบัติจึงหาความเค้นกดนี้โดยใช้พื้นที่ภาพฉาย (Projected Area) ของส่วนที่อัดกันอยู่แทนการใช้พื้นที่จริงรองหมุดย้ำ และมีชื่อเรียกว่าความเค้นอัด (Bearing Stress) ถ้าหมุดย้ำมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง d ความเค้นอัดนี้ คือ

$$\sigma_c = \frac{F}{dt} \tag{4}$$

ความเค้นเฉือนที่เกิดจากการบิดจะมีค่าสูงสุดที่ผิวนอกของท่อกลมนี้ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\tau = \frac{Tr}{J} \tag{5}$$

โดยที่ r = รัศมีนอกของท่อกลม

ในการที่จะใช้สมการ (5) มักจะจำเป็นที่จะต้องหาค่าโมเมนต์บิดให้ได้เสียก่อน สำหรับเครื่องจักรกลที่ส่งกำลังมาตามเพลา จะคำนวณหาค่าโมเมนต์บิดได้จาก

$$Wp = T\omega = 2\pi nT \tag{6}$$

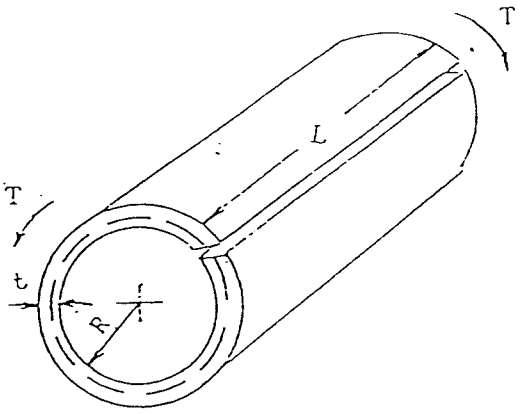
โดยที่	Wp	=	กำลังงานเป็น วัตต์
	T	=	โมเมนต์บิดเป็น นิวตัน-เมตร
	ω	=	ความเร็วเชิงมุมเป็น เรเดียนต่อวินาที
	n	=	ความเร็วรอบ เป็นรอบต่อนาที

สำหรับในระบบหน่วยอังกฤษซึ่งยังมีใช้กันอยู่จะบอกกำลังงานเป็นแรงม้า และคำนวณโมเมนต์บิดได้จาก

$$hp = \frac{Tn}{6300} \tag{7}$$

โดยที่ T = โมเมนต์บิดเป็น นิ้ว-ปอนด์
n = ความเร็วรอบเป็น รอบต่อนาที

ในกรณีของท่อกลมผนังบาง (Thin Walled Tube) ซึ่งมีรัศมีเฉลี่ย R และผ่าตลอดความยาว ภาพประกอบ 16



ภาพประกอบ 16 แสดงท่อกลมผนังบาง ผ่าตลอดความยาว

มุมบิดและค่าความเค้นเฉลี่ยโดยประมาณ คือ

$$\theta = \frac{3TL}{2\pi Rt^2 G} \tag{8}$$

$$\tau = \frac{3T}{2\pi Rt^2} \tag{9}$$

2.2 คาน

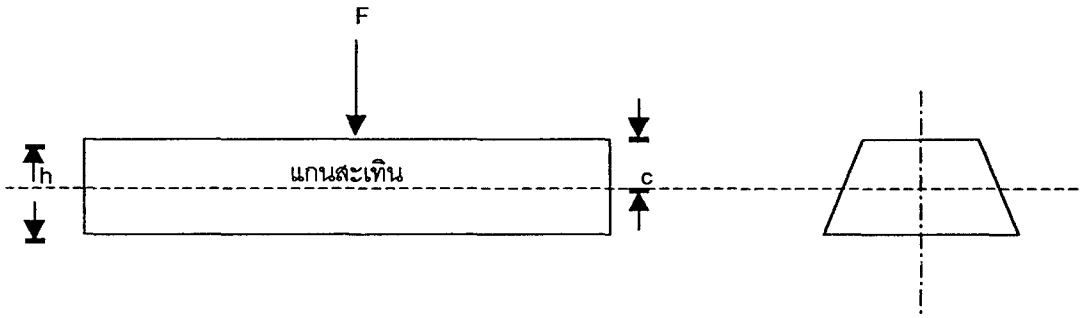
ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลจำนวนมากรับแรงในแนวดิ่งลักษณะเช่นเดียวกับคานทั่วไป ฉะนั้นจึงใช้ความเค้นดัด (Bending Stress) และการยุบตัว (Deflection) เป็นข้อจำกัดในการออกแบบความเค้นดัดสูงสุดเกิดที่ผิวนอกสุดของคาน ณ ตำแหน่งที่โมเมนต์ดัด (Bending Moment) มีค่าสูงสุด ซึ่งคำนวณได้จากสมการ

$$\sigma b = \frac{Mc}{I} \tag{10}$$

โดยที่ M = โมเมนต์ดัด

c = ระยะจากแกนสะเทิน (Neutral Axis) ไปยังผิวนอกสุด

I = โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่



ภาพประกอบ 17 แสดงคานและแกนสะเทิน

สำหรับค่า I ของหน้าตัดบางชนิด ดูได้จากตารางที่ 13 ส่วนค่าโมเมนต์ดัดสูงสุดและการยุบตัวของคานดูได้จากตาราง 14 ถึงแม้ว่าจะมีตารางทั้งสองนั้นช่วยในการคำนวณ แต่ผู้ที่อ่านก็จะต้องเข้าใจถึงวิธีการหาค่าโมเมนต์ดัดสูงสุด และการยุบตัวของคานจากกลศาสตร์วัสดุเป็นอย่างดี ทั้งนี้เพราะลักษณะของแรงและชนิดของคาน อาจจะไม่ตรงกับในตาราบซึ่งแสดงไว้อย่างจำกัดก็ได้

โดยทั่วไปแล้วความเค้นเฉือนที่เกิดขึ้นในคานจะมีค่าน้อยมาก จนกระทั่งไม่ต้องนำมาคิดในการออกแบบได้ แต่ถ้าคามสั้นและมีหน้าตัดสูงมากความเค้นเฉือนก็อาจจะมีค่ามากได้ สำหรับคานที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ความเค้นสูงสุดจะเกิดที่แกนสะเทินและมีค่า 1.5 เท่าของความเค้นเฉือนเฉลี่ย หรือเท่ากับ

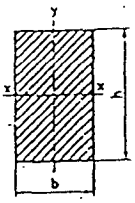
$$\tau = \frac{3V}{2A} \qquad (11)$$

สำหรับหน้าตัดกลม

$$\tau = \frac{4V}{3A} \qquad (12)$$

ตาราง 13 แสดงคุณสมบัติของหน้าตัด

Ix	=	โมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน X-X
J	=	โมเมนต์ความเฉื่อยเชิงขั้วรอบแกนศูนย์ถ่วง
Z	=	I/C โมดูลัสหน้าตัดของรูปเหลี่ยมรอบแกน X-X
Z	=	J/C โมดูลัสหน้าตัดเชิงขั้ว
K	=	$\sqrt{\frac{I}{A}}$ = รัศมีไจเรชั่น

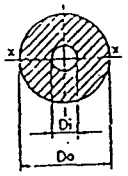


$I_x = \frac{bh^3}{12}$

$Z_x = \frac{bh^2}{6}$

$k_x = \frac{h}{\sqrt{12}}$

$Z' = \frac{2b^2h}{9}$ (สำหรับการบิด)



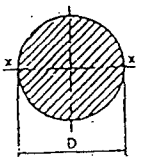
$I_x = \frac{\pi}{64}(D_o^4 - D_i^4)$

$Z_x = \frac{\pi}{32}\left(\frac{D_o^4 - D_i^4}{D_o}\right)$

$k_x = \sqrt{\frac{D_o^2 + D_i^2}{16}}$

$J = \frac{\pi}{32}(D_o^4 - D_i^4)$

$Z'_x = \frac{\pi}{16}\left(\frac{D_o^4 - D_i^4}{D_o}\right)$



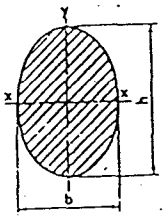
$I_x = \frac{\pi D^4}{64}$

$Z_x = \frac{\pi D^3}{32}$

$k_x = \frac{D}{4}$

$J = \frac{\pi D^4}{32}$

$Z' = \frac{\pi D^3}{16}$



$I_x = \frac{\pi bh^3}{64}$

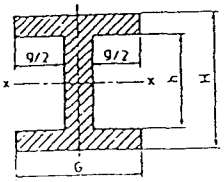
$Z_x = \frac{\pi bh^2}{32}$

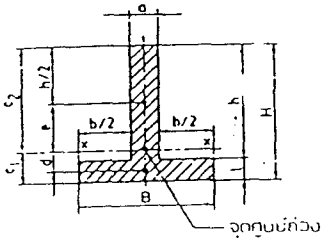
$k_x = \frac{h}{4}$; $k_y = \frac{b}{4}$

$J = \frac{\pi bh}{64}(h^2 + b^2)$

$Z' = \frac{\pi b^2 h}{16}$ (สำหรับการบิด)

$A = \pi bh/4$





$I_x = \frac{1}{12}(GH^3 - gh^3)$

$Z_x = \frac{GH^3 - gh^3}{6H}$

$k_x = \sqrt{\frac{1}{12}\left(\frac{GH^3 - gh^3}{GH - gh}\right)}$

$c_1 = \frac{aH^2 + bt^2}{2(aH+bt)}$, $c_2 = H - c_1$

$I_x = \frac{Bt^3}{12} + (Bt)d^2 + \frac{ah^3}{12} + (ah)e^2$

พื้นที่ $= Bt + a(H-t)$; $k = \sqrt{I/A}$

ตาราง 14 แสดงค่าคงที่ทางกายภาพของวัสดุวิศวกรรมบางชนิด

วัสดุ	โมดูลัสความยืดหยุ่น E		โมดูลัสความแข็งแกร่ง G		อัตราส่วน	น้ำหนักจำเพาะ w		
	Mpsi	GPa	Mpsi	GPa		lb/in^3	lb/ft^3	KN/m^3
Aluminum (all alloys)	10.3	71.0	3.80	26.2	0.334	0.098	169	26.6
Beryllium copper	18.0	124.0	7.00	48.3	0.285	0.297	513	80.6
Brass	15.4	106.0	5.82	40.1	0.324	0.309	534	83.8
Carbon steel	30.0	207.0	11.50	79.3	0.292	0.282	487	76.5
Cast iron,gray	14.5	100.0	6.00	41.4	0.211	0.260	450	70.6
Copper	17.2	119.0	6.49	44.7	0.326	0.322	556	87.3
Douglas fir	1.6	11.0	0.60	4.1	0.330	0.016	28	4.3
Glass	6.7	46.2	2.70	18.6	0.245	0.094	162	25.4
Inconel	31.0	214.0	11.00	75.5	0.290	0.307	530	83.3
Lead	5.3	36.5	1.90	13.1	0.425	0.411	710	111.5
Magnesium	6.5	44.8	2.10	16.5	0.350	0.065	112	17.6
Molybdenum	48.0	331.0	17.00	117.0	0.307	0.368	636	100.0
Monel metal	26.0	179.0	9.50	65.5	0.320	0.319	551	86.6
Nickel silver	18.5	127.0	7.00	48.3	0.322	0.316	546	85.8
Nickel steel	30.0	2.7.0	11.50	79.3	0.291	0.280	484	76.0
Phosphor bronze	16.1	111.0	6.00	41.4	0.349	0.295	510	80.1
Stainless steel (18-8)	27.6	190.0	10.60	73.1	0.305	0.280	484	76.0

2.3 การออกแบบเพลา

2.3.1 เพลา

เพลา เป็นชิ้นส่วนที่หมุนและใช้ในการส่งกำลัง ในขณะการใช้งานเพลาอาจจะรับแรงดึง แรงกด แรงบิด หรือแรงดัด หรือแรงหลายอย่างรวมกันก็ได้ ดังนั้นการคำนวณจึงจะต้องใช้ความเค้นผสมเข้าช่วย แรงเหล่านี้ยังอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงขนาดตลอดเวลา ทำให้เพลาเสียหายเพราะความล้าได้ ฉะนั้นจะต้องออกแบบเพลาให้มีความแข็งแกร่ง (Rigidity) เพียงพอเพื่อลดมุมบิดภายในเพลาให้อยู่ในขีดจำกัดที่พอเหมาะ ระยะโก่ง (Deflection) ของเพลาก็เป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดขนาดเพลาเช่นเดียวกัน เพราะถ้าเพลามีระยะโก่งมากก็จะเกิดแกว่งขณะหมุน ทำให้ความเร็ววิกฤต (Critical Speed) ของเพลาลดลง ซึ่งอาจทำการสั่นอย่างรุนแรง ในขณะที่ความเร็วของเพลาเข้าใกล้ความเร็ววิกฤตนี้ ระยะโก่งนี้ยังมีผลต่อการเลือกชนิดของที่รองรับเพลา เช่น บอลแบริ่ง (Ball Bearing) ก็ต้องมีการเยื้องแนว (Misalignment) ในการใช้งานที่พอเหมาะกับเพลาด้วย

2.3.2 ขนาดของเพลา

เพื่อให้เพลามีมาตรฐานเหมือนกัน องค์การมาตรฐานระหว่างประเทศได้กำหนด

ขนาดมาตรฐานของเพลาเป็นขนาดระบุ (Nominal Size) ISO/R 775-1969 เอาไว้สำหรับให้ผู้ออกแบบเลือกใช้ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถหาซื้อได้ทั่วไป ขนาดระบุของเพลาดูได้จากตาราง 15

ตาราง 15 ขนาดระบุของเพลาตามมาตรฐาน ISO/R 775-1969

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง mm				
6	25	70	160	240
7	30	75	140	260
8	35	80	150	280
9	40	85	160	300
10	45	90	170	320
12	50	95	180	340
14	55	100	190	360
18	60	110	200	380
20	65	120	220	

2.3.3 การพิจารณาในการออกแบบ

การคำนวณหาขนาดของเพลาที่เหมาะสม ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน ในบางครั้งการหาขนาดเพลาเพื่อให้เพลาทนต่อแรงที่มากระทำอย่างเดียวนั้นไม่เป็นการเพียงพอ เช่น ในกรณีของเพลาลูกเบี้ยว (Cam Shaft) ในเครื่องยนต์สันดาปภายในต้องการให้มีตำแหน่งเที่ยงตรง ดังนั้นมุมบิดของเพลาที่เกิดขึ้นในขณะใช้งานจะต้องมีค่าไม่มากกว่าที่กำหนดไว้ เป็นต้น นั่นคือเพลาจะต้องมีความแข็งแกร่งอยู่ภายในพิกัดที่ต้องการ ถ้ามุมบิดมากไปนอกจากจะเสียความเที่ยงตรงทางด้านตำแหน่งแล้ว ยังอาจจะก่อให้เกิดความสั่นสะเทือน ซึ่งมีผลทำให้เฟืองและแบริ่งที่รองรับเพลาอยู่เกิดความเสียหายได้ง่ายขึ้น

ถึงแม้ว่าจะไม่มีมาตรฐานสำหรับพิกัดมุมบิดของเพลาไว้ก็ตาม ในทางปฏิบัติแล้วมักจะให้มุมบิดของเพลาในเครื่องจักรกลทั่วไปไม่เกิน 0.3 องศา ต่อ ความยาวเพลา 1 เมตร สำหรับเพลาส่งกำลังทั่วไปอาจให้มีมุมบิดได้ถึง 1 องศา ต่อ ความยาวเพลา 20 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพลา ในกรณีของเพลาลูกเบี้ยวสำหรับเครื่องยนต์สันดาปภายในแล้วจะให้มีมุมบิดได้ไม่เกิน 0.5 องศา ตลอดความยาวของเพลา

ความแข็งแกร่งที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งก็คือ ความแข็งแกร่งทางด้านระยะโก่ง เพราะจะต้องใช้ระยะโก่งของเพลาที่อยู่ภายใต้แรงภายนอกเป็นตัวสำคัญในการกำหนดระยะเบียด (Clearance) ระหว่างล้อสายพานเฟืองโครงของเครื่องจักร ตลอดจนการเลือกชนิดของแบริ่งสำหรับรองรับเพลาให้เหมะสม ถ้าเพลามีระยะโก่งมากเกินไป จะทำให้ความยาวของฟันเฟืองส่วนที่สัมผัสหรือขบกัน ขบกันลดลง เป็นผลทำให้อัตราส่วนการขบ (Contact Ratio) ของเฟืองลดลงด้วย ทำให้การส่งกำลังของเฟืองไม่ราบเรียบเท่าที่ควร การเลืองแบริ่งมารองรับเพลาก็เช่นกัน จำเป็นจะต้องเลือกแบริ่งชนิดที่อนุญาตให้มีการเยื้องแนวสำหรับการใช้งานได้พอเหมาะกับระยะโก่งของเพลาที่เกิดขึ้น ซึ่งอาจจะเป็นแบริ่งธรรมดา หรือแบริ่งแบบปรับแนวได้เอง (Self-Aligning Bearing) ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับค่าระยะโก่งเป็นสำคัญ

ระยะโก่งดังกล่าวมานี้ก็ไม่มีมาตรฐานกำหนดเป็นแนวทางไว้ โดยทั่ว ๆ ไปแล้ว ผู้ออกแบบอาจจะถือค่าต่อไปนี้เป็นแนวทางในการกำหนดความแข็งแกร่งทางด้านระยะโก่งได้ ดังนี้คือ

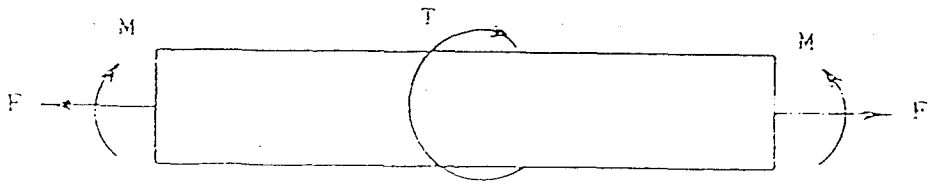
สำหรับเพลาเครื่องจักรกลทั่วไป ค่าระยะโก่งระหว่างจะดที่รองรับด้วยแบริ่งควรจะไม่เกิน 0.08 มิลลิเมตรต่อเมตร

สำหรับเพลาที่มีเฟืองตรง (Spur Gear) คุณภาพดีอยู่ด้วยระยะโก่ง ณ ตำแหน่งที่มีเฟืองขบกันไม่ควรเกิน 0.125 มิลลิเมตร และความลาดเอียงของเพลา ณ ตำแหน่งนี้ควรจะน้อยกว่า 0.0286 องศา

สำหรับเพลาที่มีเฟืองดอกจอก (Bevel Gear) คุณภาพดีติดอยู่ระยะโก่ง ณ ตำแหน่งที่เฟืองขบกันไม่ควรเกิน 0.075 มิลลิเมตร

2.3.4 การออกแบบเพลาตามโค้ดของ ASME

ความเค้นต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนเพลา แสดงภาพประกอบที่ 18 ให้เพลาเป็นแบบกลมและกลวงโดยเส้นผ่านศูนย์กลางภายในและภายนอกเทากับ d_i กับ d ตามลำดับ



ภาพประกอบ 18 แสดงเพลาอยู่ใต้แรงต่าง ๆ

ความเค้นกดหรือความเค้นดึง $$\sigma_a = \frac{4F}{\pi\left(d^2 - d_i^{\,2}\right)} \quad (12)$$

ความเค้นดัด $$\sigma_b = \frac{Md}{I} = \frac{32Md}{\pi\left(d^4 - d_i^{\,4}\right)} \quad (13)$$

ความเค้นเฉือน $$\tau_{xy} = \frac{16TD}{\pi\left(d^4 - d_i^{\,4}\right)} \quad (14)$$

เพลาส่วนมากจะอยู่ภายใต้ความเค้นที่เป็นวัฏจักรเพราะหมุนตลอดเวลา นอกจากนั้นแรงที่กระทำยังอาจจะเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาให้ C_m คือตัวประกอบความล้าเนื่องจากการดัด และ C_t คือตัวประกอบความล้าเนื่องจากการบิดจากภาพประกอบ 18 ในกรณีที่ไม่มีแรง F กระทำอยู่ด้วย และเพลาเป็นเพลาตัวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลาคือ

$$d3 = \frac{16}{\pi\tau}\left[(C_t T)^2 + (C_m M)^2\right]^{\frac{1}{2}} \quad (15)$$

ค่าตัวประกอบความล้า จะขึ้นอยู่กับลักษณะการรับแรงของเพลาและลักษณะการหมุน ซึ่งสามารถหาได้จากตาราง 16 และถ้ารู้วัสดุเพลาให้ใช้ค่าความเค้นเฉือนใช้งานจากสมการที่ (16) โดยเลือกใช้ค่าน้อยมากมาคำนวณและถ้าเพลามีร่องลิ่มให้ลดค่าความเค้นเฉือนใช้งานโดยใช้เพียง 75%

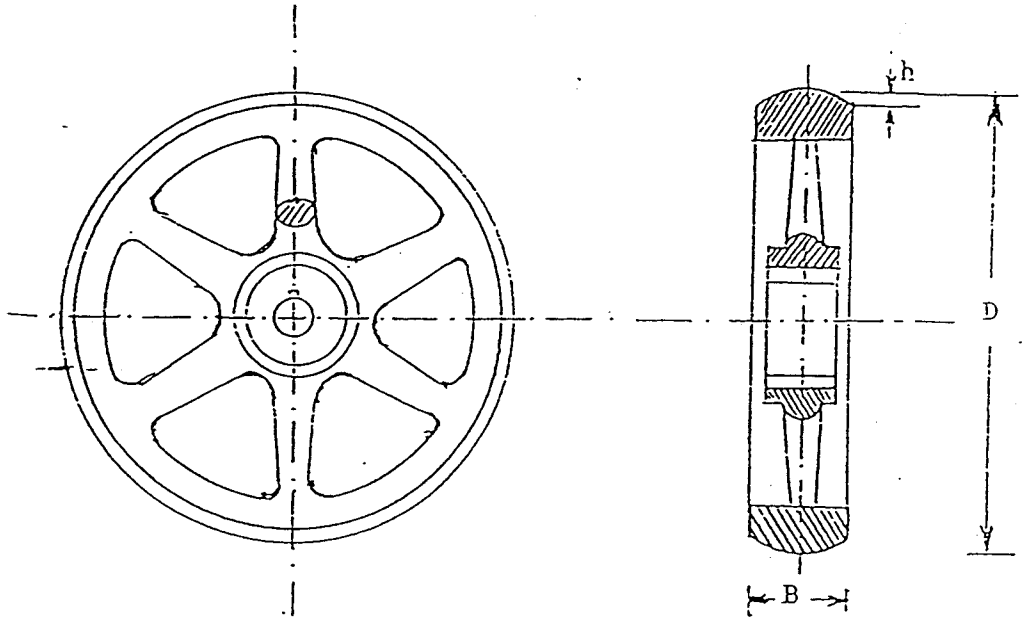
$$\tau_d = 03\sigma_y \quad (16)$$

ตาราง 16 ค่าตัวประกอบความล้า

ชนิดของแรง	C_m	C_t
เพลาอยู่นิ่ง :89		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้า ๆ	1.0	1.0
แรงกระตุก	1.5 – 2.0	1.5 – 2.0
เพลาหมุน :		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้า ๆ	1.5	1.0
แรงกระตุกอย่างเบา	1.5 – 2.0	1.0 – 1.5
แรงกระตุกอย่างแรง	2.0 – 3.0	1.5 – 3.0

2.4 ล้อสายพาน

การส่งกำลังโดยสายพานแบบทำได้โดยใช้ความเสียดทานระหว่างผิดหน้าล้อสายพานกับผิวหน้า ของสายพาน ดังนั้น จึงจำเป็นจะต้องทราบรายละเอียดเกี่ยวกับล้อสายพาน เพื่อที่จะนำไปใช้งานได้อย่างถูกต้องเหมาะสมลักษณะของล้อสายพานที่ใช้งานทั่วไป ดุได้จากภาพประกอบ 19 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมาตรฐานดูได้จากตาราง 17



ภาพประกอบ 19 แสดงลักษณะของล้อสายพาน

การใช้สายพานในการส่งกำลังขึ้นอยู่กับขนาด และการจัดวางล้อสายพานเป็นอย่างมาก ดังนั้นการเลือกใช้สายพานอย่างเหมาะสมจึงเกี่ยวข้องกับขนาด ชนิด และผิวหน้าของล้อสายพาน

ผิวโค้งบนหน้าล้อสายพาน (Pulley Crown) h คือ ผลต่างระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางล้อสายพานตรงกึ่งกลางกับตรงขอบ ดังภาพประกอบ 19 ล้อสายพานที่ดีจะต้องมีผิวโค้งบนหน้าล้อสายพาน แต่ถ้ามีมากเกินไปก็จะทำให้กึ่งกลางสายพานเกิดแรงดึงมากเกินไป ทำให้สายพานเสียหายเร็วยิ่งขึ้น ถ้าผิวโค้งบนหน้าล้อสายพานมีค่ามาก จนกระทั่งขอบของสายพานไม่สัมผัสกับล้อสายพาน จะทำให้ควบคุมการเคลื่อนที่ของสายพานได้ไม่สะดวก สายพานสึกหรอเร็ว และยังทำให้สายพานขัดสีกับล้อสายพานจนเป็นมัน อันเป็นผลให้การเสียดทานระหว่างสายพานกับล้อสายพานลดลง ดังนั้นการทำผิวโค้งบนหน้าล้อสายพาน จึงต้องเป็นไปตามมาตรฐาน และเมื่อเส้นผ่านศูนย์กลางล้อสายพานมีขนาด 400 ถึง 2000 มิลลิเมตร ผิวโค้งบนหน้าล้อสายพานจะเปลี่ยนไปตามความกว้างของล้อสายพาน ดังในตาราง 17

ตาราง 17 ผิวโค้งบนหน้าล้อสายพานแบบตามมาตรฐาน ISO 100-1975 (E)

ความกว้าง B	125	140 160	180 200	224 250	280 315	335	400
เส้นผ่านศูนย์กลาง D	ผิวโค้งบนหน้าล้อสายพาน h						
400	1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
450	1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
500	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
560	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
630	1	1.5	2	2	2	2	2
700	1	1.5	2	2	2	2	2
800	1	1.5	2	2.5	2.5	2.5	2.5
900	1	1.5	2	2.5	2.5	2.5	2.5
1000	1	1.5	2	2.5	3	3	3
1120	1.2	1.5	2	2.5	3	3	3
1250	1.2	1.5	2	2.5	3	3.5	4
1400	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4
1600	1.5	2	2.5	3	3.5	4	5
1800	2	2.5	3	3.5	4	5	5
2000	2	2.5	3	3.5	4	5	6

ล้อสายพานแบบขนาดเล็กมักจะทำจากเหล็กหล่อสีเทา โลหะเบา (Light Metal) พลาสติก ไม้ กระดาษอัด ส่วนล้อสายพานแบบขนาดใหญ่มักจะทำโดยการหล่อหรือขึ้นรูป โดยใช้เหล็กกล้า โดยมีแขนยื่นออกมาจากดุมล้อผิวหน้าของล้อสายพาน จะต้องตัดกลึงให้เรียบเพื่อเพิ่มความเสียดทานและลดการสึกหรอของสายพานเนื่องจากการครีพ (Creep)

ความหนาของขอบล้อสายพาน ควรมีค่าประมาณ

(d / 300) + 2 mm ถึง (d / 200) + 3 mm

โดยที่ d เป็นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อสายพาน และจำนวนแขนของล้อสายพานควรมีประมาณ

$$1.7\sqrt{\frac{d}{100 \geq 4}}$$

ซึ่งมักจะเป็นเลขคี่ ถ้าล้อสายพานแยกออกเป็นสองซีกไม่ได้ แต่เป็นล้อสายพานขนาดใหญ่อาจทำเป็นสองซีกแล้วยึดติดกันโดยใช้สลักเกลียว ก็จะมีจำนวนแขนเป็นเลขคู่ พื้นที่หน้าตัดของแขนที่เป็นรูปวงรีจะมีอัตราส่วนของด้านประมาณ ½ ถึง ½.5 และอัตราเรียวมีค่าประมาณ 5 : 4

สิ่งที่สำคัญก็คือ จะต้องทำให้ล้อสายพานสมดุลย์ เพื่อใช้ได้ตามความเร็วรอบที่เหมาะสมซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมากเมื่อความเร็วสูง ความเค้นที่ขอบล้อสายพาน เนื่องมาจากการหมุนจะต้องไม่เกินค่าที่กำหนด ซึ่งขึ้นอยู่กับความเร็วขอบล้อสายพาน กรีนวูด (Greenwood) เสนอความเร็วขอบล้อสายพานที่เหมาะสมกับล้อสายพานชนิดต่าง ๆ ดังตาราง 18

ตาราง 18 ความเร็วขอบของล้อสายพาน

ชนิดของล้อสายพาน	ความเร็วขอบ m/s
เหล็กหล่อ	18 - 23
เหล็กกล้าขึ้นรูป	20 – 28
ไม้ทั้งหมดขอบเป็นไม้	25 – 30
กระดาษอัดหรือไฟเบอร์	40 – 50
	40 – 50

2.5 สายพาน

การส่งกำลังทางกลจากเพลาอันหนึ่งไปยังเพลาอีกอันหนึ่ง อาจทำได้สามวิธี คือ โดยใช้เฟือง ใช้สายพาน หรือใช้โซ่ การส่งกำลังโดยสายพานเป็นการส่งกำลังแบบอ่อนตัวได้ (Flexible) ซึ่งมีข้อดีและข้อเสียหลายประการเมื่อเปรียบเทียบกับการส่งกำลังโดยเฟือง ข้อดีก็คือ มีราคาถูกและใช้งานง่าย รับแรงกระตุกและการสั่นสะเทือนได้ดี ขณะใช้งานไม่มีเสียงดัง เหมาะสำหรับการส่งกำลังระหว่างเพลาที่อยู่ห่างกันมาก ๆ และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาต่ำเป็นต้น แต่ก็มีข้อเสียคือ อัตราทดไม่แน่นอนนักเนื่องมาจากการสลิป (Slip) และการครีพของสายพาน และต้องมีการปรับระยะห่างระหว่างเพลาหรือปรับแรงดึงในสายพานระหว่างใช้งาน นอกจากนั้นก็ยังไม่อาจใช้งานที่มีอัตราทดสูงมากได้ ซึ่งมักใช้กับอัตราทดไม่เกิน 5

2.5.1 สายพานลิ่ม

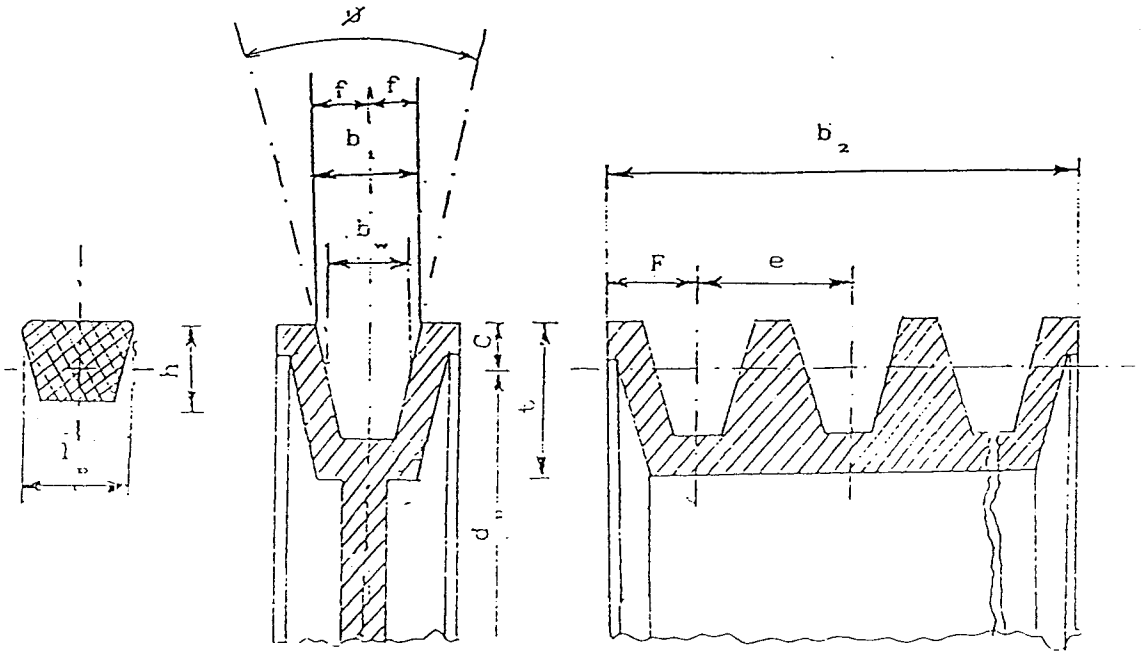
สายพานลิ่มใช้ส่งกำลังได้ค่อนข้างมากโดยต้องการแรงดึงชั้นต้นในสายพานค่อนข้างน้อย ทั้งนี้เพราะผลจากการเกาะยึดตัวกันระหว่างด้านข้างของสายพานที่เรียวกับร่องรูปลิ่มของล้อสายพาน ทำให้เกิดแรงเสียดทานสูง ซึ่งเป็นการให้สายพานทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพดี แม้ว่าจะมีส่วนโค้งสัมผัสน้อยและแรงดึงชั้นต้นค่อนข้างต่ำ และเหมาะกับการใช้งานในกรณีที่ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางน้อย ในการส่งกำลังจะส่งได้มากที่สุดเมื่อผิวด้านข้างของสายพานรัดแน่นกับร่องบนล้อสายพาน และในกรณีที่มีเหตุฉุกเฉิน ก็อาจใช้ผลจากการรัดแน่นนี้ทำหน้าที่เป็นเบรคได้ด้วย

การขับด้วยสายพานลิ่ม มีข้อดีคือ เงียบ สะอาด และสามารถรับแรงกระตุกได้ นอกจากนั้นยังมีขนาดกระทัดรัด มีประสิทธิภาพดี และแบริ่งของเพลาไม่ต้องรับแรงมากเกินไป จึงมักใช้ในการขับทางด้านอุตสาหกรรมทั่วไป ซึ่งใช้สายพานขับได้โดยมีอัตราทดสูงประมาณ 7 : 1 หรืออาจใช้ได้สูงถึง 10 : 1

2.5.2 ขนาดสายพานและล้อสายลิ่ม

สายพานลิ่ม มีหน้าตัดเป็นรูปลิ่ม ดังนั้น ในการกำหนดขนาดจึงมักกำหนดโดยใช้ความกว้างพิตช์ (Pitch Width) และความหนาสายพานโดยใช้ตัวอักษรแทน ซึ่งแบ่งออกเป็นสายพานลิ่มแบบแคบ (Narrow V-belts) มีขนาด SPZ SPA SPB และ SPC และสายพานลิ่มแบบธรรมดา มีขนาด Y Z A B C

D และ E ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะสายพานลิ่มแบบธรรมดาเท่านั้น รูปร่างหน้าตัดของสายพานลิ่มและล้อสายพาน ดูได้จากภาพประกอบ 20



ภาพประกอบ 20 แสดงหน้าตัดสายพานลิ่มและล้อสายพาน

โดยที่สัญลักษณ์ต่าง ๆ ยังคงมีความหมายเช่นเดียวกับสายพานแบนแต่ในกรณีของสายพานลิ่มใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์แทนหรือในกรณีที่ทราบความยามพิตช์แล้วต้องการหาระยะห่างระหว่างศูนย์กลางก็ทำได้โดยใช้สมการ

$$C \cong p + \sqrt{p^2 - q} \qquad (17)$$

โดยที่ $p = 0.25\, L_p - 0.393(D_p + d_p)$

$q = 0.125(D_p - d_p)^2$

2.5.3 การทำให้เกิดแรงดึงชั้นต้นในสายพานลิ่ม

การทำให้เกิดแรงดึงชั้นต้น ช่วยทำให้การขับด้วยสายพานมีประสิทธิภาพดี และยืดอายุการใช้งานของสายพาน ถ้าออกแรงดึงชั้นต้นไม่เพียงพอจะทำให้ส่งกำลังได้น้อยลง ประสิทธิภาพต่ำลงทำให้สายพานมีอายุการใช้งานลดลงเนื่องจากการสลิป แต่ถ้าออกแรงดึงชั้นต้นมากเกินไปจะทำให้ขอบสายพานยืดตัวมากเกินไป เกิดความเค้นในสายพานมาก แบริ่งที่รองรับล้อสายพานจะรับแรงมากเกินไป ด้วยเหตุนี้เองจึงต้องออกแรงดึงชั้นต้นให้เหมาะสมกับแรงภายนอกที่กระทำกับสายพาน

จากสมการ แรงดึงในสายพานขณะส่งกำลังคือ

$$F = F_1 - F_2 = \frac{W_p}{v} \tag{18}$$

แรงดึงในแนวแกน

$$F_w = F_1 + F_2 = F\frac{e^{\alpha f}+1}{e^{\alpha f}-1} \tag{19}$$

แรงหนีศูนย์กลางเนื่องจากน้ำหนักสายพาน

$$F_c = \frac{wAv^2}{g} \tag{20}$$

แรงลัพธ์เนื่องจากแรงหนีศูนย์กลางคือ

$$F_r = 2.z.F_c \sin\frac{\alpha}{2} \tag{21}$$

โดย z = จำนวนสายพาน

ดังนั้น แรงดึงชั้นต้นในสายพานจึงหาได้จากการรวมแรงดึงในแนวแกนขณะส่งกำลังกับแรงลัพธ์ เนื่องจากแรงหนีศูนย์กลาง นั่นคือ

$$F_I = F_w + F_r \tag{22}$$

ในทางปฏิบัติมักจะใช้วิธีหาค่าประมาณของแรงดึงในแนวแกนจากสมการ

$$F_w = k_\perp.F.\sin\frac{\alpha}{2} \tag{23}$$

โดยที่ k_1 เป็นตัวประกอบใช้งาน ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาวะการทำงานซึ่งหาค่าไว้จากตาราง 19 แล้วใช้แรงนี้เป็นแรงดึงชั้นต้น

ตาราง 19 ตัวประกอบใช้งาน

K1	สภาวะการทำงาน
1.3	งานเบา ทำงานคงที่
1.5	งานปานกลาง
2.0	งานหนัก แรงกระตุก เปิดปิดบ่อยครั้ง

ในกรณีที่ขับโดยมีระยะห่างระหว่างศูนย์กลางคงที่ หรือไม่มีอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดแรงดึงในสายพานตลอดเวลา ก็จำเป็นจะต้องนำเอาแรงหนีศูนย์กลางมาคิดด้วย จากสมการ

$$F_R = 2.Z.F_C.\sin\frac{\alpha}{2} \tag{24}$$

$$= 2.Z.\frac{wAv^2}{g}.\sin\frac{\alpha}{2} \tag{25}$$

ซึ่งเขียนได้ใหม่เป็น

$$F_R = Z.K_2.V^2.\sin\frac{\alpha}{2} \tag{26}$$

ค่า k_2 หาได้จากตาราง 20 ดังนั้นแรงดึงชั้นต้นในสายพานจึงเท่ากับ

$$F_1 = \left(k_1F + ZK_2V^2\right)\sin\frac{\alpha}{2} \tag{27}$$

ตาราง 20 ค่าตัวประกอบ k_2

หน้าตัดสายพาน	k_2
Y	0.049
Z	0.126
A	0.217
B	0.385
C	0.637
D	1.332

2.5.4 การคำนวณหาขนาดสายพานลิ่ม

การคำนวณทางด้านการส่งกำลัง โดยสายพานลิ่มจะใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อสายพาน (d_p) เป็นพื้นฐาน และในที่นี้ก็จะแสดงวิธีการเลือกขนาดของสายพานลิ่มตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต เช่นเดียวกับในกรณีของสายพานแบน

ในการเลือกขนาดของล้อสายพาน บริษัทผู้ผลิตได้แนะนำให้เลือกขนาดของล้อสายพานให้โตที่สุดเท่าที่จะทำได้ ขนาดของล้อสายพานไม่ควรจะเล็กกว่าค่าที่กำหนดไว้ในตาราง แต่ข้อควรระวังก็คือขณะใช้งานปกติความเร็วของสายพานไม่ควรสูงกว่า 30 เมตรต่อวินาที

การหาขนาดหน้าตัดโดยประมาณของสายพานลิ่มสำหรับการส่งกำลัง อาจทำได้โดยใช้ ภาพประกอบ 20 แต่กำลังที่ส่งได้จริงของสายพานจะต้องตรวจสอบจากตารางการกำหนดสมรรถนะในการส่กำลังของสายพานลิ่ม ซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป

การเลือกขนาดของสายพานลิ่ม จะแตกต่างไปจากสายพานแบนเล็กน้อยคือ จะใช้วิธีการคำนวณหาจำนวนเส้นของสายพานลิ่มที่ต้องการใช้งานจากกำลังที่ต้องการขับและตัวประกอบที่ใช้แก้ไขต่างๆ จำนวนเส้นของสายพานลิ่มหาได้จากสมการ

$$Z = \frac{W_p . N_x}{P_r . N_a . N_1} \qquad (28)$$

โดยที่ Z = จำนวนเส้นของสายพานลิ่ม

Wp = กำลังงานที่ต้องการส่ง

Ns = ตัวประกอบใช้งานหาค่าได้จากตาราง 21

Na = ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัส หาได้จากตาราง 22

N1 = ตัวประกอบแก้ไขความยาวสายพาน (Belt Length Correction Factor) หาได้จากตาราง 23

Pr = กำลังที่สายพานลิ่มหนึ่งเส้นส่งได้ หาค่าได้จากตาราง 23

ตาราง 21 ตัวประกอบใช้งาน Na สำหรับสายพานลิ่ม

ชนิดอุปกรณ์ที่ต้องการขับ	ชนิดอุปกรณ์ขับ					
ตัวประกอบใช้งานนี้พิจารณาเฉพาะช่วงเวลาใช้งานและชนิดของอุปกรณ์ที่ต้องการขับ แต่ไม่เกี่ยวข้องกับสภาวะการทำงาน ตัวอย่างเช่นทำงานในสภาวะแวดล้อมเป็นพิเศษ ดังนั้นจึงอาจเพิ่มค่าขึ้นอีกได้ในกรณีพิเศษ	มอเตอร์กระแสสลับ : normal torque,spuirrel cage,synchronous and split phase. มอเตอร์กระแสตรง : shunt wound เครื่องยนต์สันดาปภายใน : ที่มีหลายลูกสูบ ความเร็วรอบสูงกว่า 600 rpm			มอเตอร์กระแสสลับ : high torque, high slip requlsion-induction,single phase,series wound and slip ring. มอเตอร์กระแสตรง : series wound และ compound wound เครื่องยนต์สันดาปภายใน : ที่มีหนึ่งลูกสูบ ความเร็วรอบต่ำกว่า 600 rpm เพลาเมน คลัตช์		
	ชั่วโมงทำงานต่อวัน			ชั่วโมงการทำงานต่อวัน		
	≤ 10	10-16	> 16	≤ 10	10-16	> 16
งานเบา : เครื่องกวนของเหลว, เครื่องเป่าลม,เครื่องอัดลมและเครื่องสูบแบบหอยโข่ง,พัดลมที่มีกำลังสูงถึง 7.5 kw. สายพานลำเลียงงานเบา	1	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3
งานปานกลาง : สายพานลำเลียงทรายหรือเมล็ดพืช,เครื่องผสมของข้นเหนียว,พัดลมที่มีกำลังสูงกว่า 7.5 kw. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า, เพลาเมน,เครื่องซักผ้า, เครื่องมือกล Punches resses shears, เครื่องพิมพ์. Positive displacement rotary pumps, เครื่องเขย่า	1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4

ตาราง 22 ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัส N_a สำหรับสายพานลิ่ม

$\frac{D_p - D_p}{C}$	ส่วนโค้งสัมผัส	N_a
0	180	1
0.15	170	0.98
0.35	160	0.95
0.5	150	0.92
0.7	140	0.89
0.85	130	0.86
1.0	120	0.82
1.15	110	0.78
1.3	100	0.73
1.45	90	0.68

ตาราง 23 สมรรถนะในการส่งกำลังของสายพานลิ่มหน้าตัด "A" ต่อเส้น P_r (เป็น KW) สำหรับสายพานยาว LP = 1732 mm และส่วนโค้งสัมผัส α = 180

d_p	m_w	ความเร็วรอบของล้อสายพานเล็ก n (mm)										
		400	700	800	950	1200	1450	1800	2400	2850	3200	3600
(mm)		สมรรถนะในการส่งกำลังต่อเส้น P_R (kW)										
	1.00	0.29	0.45	0.50	0.56	0.67	0.76	0.88	1.05	1.16	1.22	1.28
	1.05	0.30	0.46	0.51	0.59	0.69	0.80	0.92	1.11	1.22	1.30	1.36
71	1.20	0.32	0.50	0.55	0.63	0.75	0.86	1.00	1.22	1.35	1.44	1.52
	1.50	0.33	0.52	0.58	0.66	0.79	0.91	1.07	1.30	1.45	1.55	1.65
	3.00	0.34	0.54	0.60	0.69	0.82	0.95	1.11	1.37	1.53	1.64	1.74
	1.00	0.37	0.59	0.65	0.74	0.89	1.02	1.20	1.45	1.61	1.71	1.81
	1.05	0.38	0.60	0.67	0.77	0.92	1.06	1.24	1.51	1.68	1.79	1.89
80	1.20	0.40	0.63	0.71	0.81	0.97	1.12	1.32	1.62	1.81	1.93	2.05
	1.50	0.42	0.66	0.73	0.84	1.01	1.17	1.38	1.70	1.91	2.05	2.10
	3.00	0.43	0.68	0.75	0.87	1.04	1.21	1.43	1.76	1.98	2.13	2.27
	1.00	0.47	0.74	0.82	0.94	1.13	1.31	1.54	1.88	2.10	2.24	2.36
	1.05	0.47	0.75	0.84	0.96	1.16	1.34	1.58	1.94	2.16	2.31	2.45
90	1.20	0.49	0.78	0.87	1.01	1.21	1.41	1.66	2.05	2.29	2.45	2.61
	1.50	0.51	0.81	0.90	1.04	1.26	1.46	1.73	2.13	2.39	2.57	2.74
	3.00	0.52	0.83	0.92	1.06	1.29	1.50	1.77	2.19	2.47	2.65	2.83
	1.00	0.56	0.88	0.99	1.14	1.37	1.59	1.88	2.30	2.56	2.73	2.88
	1.05	0.56	0.90	1.01	1.16	1.40	1.62	1.92	2.36	2.63	2.80	2.97
100	1.20	0.58	0.93	1.04	1.20	1.45	1.69	2.00	2.46	2.76	2.95	3.13
	1.50	0.60	0.96	1.07	1.24	1.50	1.74	2.06	2.55	2.86	3.06	3.26
	3.00	0.61	0.98	1.09	1.26	1.53	1.78	2.11	2.61	2.93	3.14	3.35
	1.00	0.66	1.06	1.19	1.37	1.65	1.92	2.27	2.78	3.09	3.29	3.46
	1.05	0.67	1.08	1.20	1.39	1.68	1.96	2.31	2.84	3.16	3.36	3.54
112	1.20	0.69	1.11	1.24	1.43	1.74	2.02	2.39	2.95	3.29	3.51	3.70
	1.50	0.70	1.13	1.27	1.47	1.78	2.07	2.46	3.03	3.39	3.62	3.83
	3.00	0.71	1.15	1.29	1.49	1.81	2.11	2.50	3.09	3.46	3.70	3.92
	1.00	0.78	1.25	1.40	1.61	1.95	2.27	2.68	3.28	3.63	3.84	4.01
	1.05	0.79	1.27	1.42	1.64	1.98	2.31	2.73	3.34	3.70	3.92	4.09
125	1.20	0.80	1.30	1.45	1.68	2.04	2.35	2.81	3.44	3.83	4.06	4.26
	1.50	0.82	1.32	1.48	1.71	2.08	2.42	2.87	3.53	3.93	4.18	4.39
	3.00	0.83	1.34	1.50	1.74	2.11	2.40	2.92	3.59	4.00	4.26	4.48
	1.00	0.91	1.47	1.64	1.89	2.30	2.67	3.15	3.83	4.12	4.42	4.56
	1.05	1.92	1.48	1.66	1.92	2.32	2.70	3.19	3.88	4.27	4.49	4.64
141	1.20	0.93	1.51	1.69	1.96	2.38	2.77	3.27	3.99	4.40	4.64	4.80
	1.50	0.95	1.54	1.72	1.99	2.42	2.82	3.33	4.08	4.50	4.75	4.93
	3.00	0.96	1.56	1.74	2.02	2.45	2.86	3.38	4.14	4.58	4.83	5.02

2.5.5 การครีพและการสลิป

ความแตกต่างระหว่างการครีพ และการสลิป ของสายพานจะพิจารณาการขับด้วยสายพาน เมื่อสายพานส่วนหนึ่งเคลื่อนที่เข้าหาล้อขับ สายพานจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่เท่ากับความเร็วขอบของล้อสายพาน เมื่อสายพานส่วนนี้ไกลจะออกจากล้อสายพาน แรงดึงในสายพานจะลดลงเท่ากับแรงดึงในด้านหย่อน เป็นผลให้สายพานหดสั้นลง สายพานเคลื่อนที่ตามออกไปก็จะหดสั้นลงด้วย ดังนั้นความเร็วจริงของสายพานที่เคลื่อนที่ออกจากล้อขับจะมีค่าน้อยกว่าความเร็วขณะเข้าสู่ล้อสายพาน ความเร็วของสายพานจะเพิ่มขึ้นในช่วงส่วนโค้งสัมผัสของล้อตามเมื่อแรงดึงในสายพานเพิ่มขึ้นเท่าากับแรงดึงในด้านดึง สายพานเปลี่ยนความเร็วเป็นความเร็วที่ช้าลงบนล้อขับ และเพิ่มความเร็วบนล้อตาม เรียกว่า การครีพ (creep)

เมื่อแรงภายนอกเพิ่มขึ้นโดยไม่เพิ่มแรงดึงชั้นต้นในสายพาน สายพานทุกส่วนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงแรงดึงในตัวสายพานเมื่อเริ่มเข้าโค้งสัมผัส ถ้าแรงภายนอกมากเพียงพอส่วนโค้งที่เกิดการครีพอาจจะเท่ากับส่วนโค้งสัมผัส ดังนั้นจึงเกิดการสลิป (slip)

ความเร็วขอบของล้อขับ V_1 มีค่าเท่ากับ

$$V_1 = \pi d n_1 \tag{29}$$

ความเร็วขอบของล้อตาม V_2 มีค่าเท่ากับ

$$V_1 = \pi d n_1 \tag{30}$$

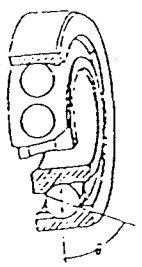
เมื่อไม่มีการสลิป สายพานบางมากและไม่มีการยืดแล้ว $V_1 = V_2$ อัตราทด m_ω เท่ากับ

$$m_\omega = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D}{d} \tag{31}$$

ผลจากการสลิป 1 ถึง 20% จะไม่ทำให้อัตราทดเปลี่ยนแปลงไปมากนัก

2.6 โรลลิ่งแบริ่ง

โรลลิ่งแบริ่ง หมายถึง แบริ่งชนิดที่รับแรงโดยอาศัยชิ้นส่วนของแบริ่ง ที่มีลักษณะเป็นผิวสัมผัสแบบกลิ้ง (Rolling Contact) แทนที่จะเป็นผิวสัมผัสแบบเลื่อน (Sliding Contact) เนื่องจากมีค่าความเสียดทานน้อยมาก ดังนั้นจึงมีชื่ออีกชื่อหนึ่งว่า แอ็นทิฟริคชั่นแบริ่ง (Anti Friction Beering) เช่น บอลแบริ่ง (Ball Bearing) หรือตลับลูกปืน ดังภาพประกอบ 21 ซึ่งประกอบด้วยวงแหวนวงหนึ่ง แล้วส่งแรงนี้ผ่านไปยังวงแหวนอีกวงหนึ่งโดยการกลิ้งไปบนวงแหวน



ภาพประกอบ 21 แสดงส่วนต่าง ๆ ของบอลแบริ่ง

เนื่องจากมีการใช้โรลลิ่งแบริ่งกันอย่างแพร่หลาย ดังนั้นสมาคมผู้ผลิตโรลลิ่งแบริ่ง (Anti-Friction Bearing Manufactures Association : AFBMA) จึงได้วางมาตรฐานการกำหนดขนาดและหลักเกณฑ์ที่จะใช้ในการเลือกแบริ่งเหล่านั้นขึ้น ทำให้ผู้ออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกลสามารถที่จะเลือกแบริ่งจากแค็ตตาล็อกของผู้ผลิตหนึ่ง และทำการเปลี่ยนแปลงแบริ่งนี้โดยการเลือกจากอีกผู้ผลิตหนึ่งได้ โดยแบริ่งจากผู้ผลิตทั้งสองยังคงมีขนาดเท่ากัน ถึงแม้ว่าสมาคมผู้ผลิตโรลลิ่งแบริ่งได้วางมาตรฐานวิธีการเลือกแบริ่งตามความต้องการของการรับแรงและอายุการใช้งานเอาไว้ แต่ก็ยังมีผู้ผลิตที่มีการวางมาตรฐานการเลือกแบริ่งของตนเองแตกต่างออกไปจากของสมาคมผู้ผลิตโรลลิ่งแบริ่ง แต่อย่างไรก็ตาม แค็ตตาล็อกของผู้ผลิตก็มีข้อมูลเพียงพอที่จะทำการเปลี่ยนค่ามาเทียบกับค่าของสมาคมผู้ผลิตโรลลิ่งแบริ่งได้ การเลือกใช้โรลลิ่งแบริ่งนี้ผู้ออกแบบควรจะเลือกใช้โดยพิจารณาถึงข้อดีและข้อเสีย โดยนำมาเปรียบเทียบกับเจอร์นัลแบริ่ง (Journal Bearing) ดังต่อไปนี้

ข้อดีของโรลลิ่งแบริ่งเปรียบเทียบกับเจอร์นัลแบริ่ง

1. มีความเสียดทานขณะสตาร์ตน้อย (Low Starting Friction Torque) จึงเหมาะสำหรับเครื่องจักรกลที่มีการเดินเครื่องและหยุดเครื่องบ่อยครั้ง

2. ง่ายต่อการหล่อลื่นและดูแลรักษาโดยเฉพาะชนิดที่อัดด้วยไขมัน หรือจาระบีมาจากโรงงานด้วยแล้ว เกือบจะไม่ต้องดูแลเกี่ยวกับการหล่อลื่นอีกเลย

3. ใช้ปริมาณสารหล่อลื่นน้อย

4. ใช้เนื้อที่ทางด้านแกน (Axiai Space) น้อย

5. สามารถรับแรงรุน (Thrust Load) และแรงในแนวรัศมี (Radial Load) ได้พร้อมกัน ยกเว้นโรลลิ่งแบริ่งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอกตรง (Straight Roller Bearing) สำหรับเจอร์นัลแบริ่งรับแรงได้เฉพาะในแนวรัศมีเท่านั้น

6. สามารถที่จะทราบได้ว่าแบริ่งกำลังจะเสีย โดยการสังเกตจากเสียง ซึ่งดังผิดไปจากปกติ

7. เคลียร์รันซ์น้อยมาก เหมาะที่จะใช้กับเครื่องจักรกลที่ต้องการความละเอียดแม่นยำในการทำงาน เช่น เฟือง และลูกเบี้ยว เป็นต้น

8. สามารถใช้รองรับเพลาในตำแหน่งใด ๆ ได้ เช่น ใช้รองรับเพลา ซึ่งวางเรียงเป็นมุมกับแนวระดับ เป็นต้น

9. ทำการติดตั้งได้ง่าย

ข้อเสียของโรลลิ่งแบริ่งเปรียบเทียบกับเจอร์นัลแบริ่ง

1. ใช้เนื้อที่ทางด้านรัศมี (Radial Space) มากกว่า

2. โดยปกติแล้วราคาแพงกว่า

3. ขณะทำงานจะมีเสียงดังกว่า เนื่องจากมีการสัมผัสระหว่างผิวของลูกกลิ้งและวงแหวนในบางขณะ

4. อายุการใช้งานสั้นกว่า ทั้งนี้เนื่องจากความเค้นที่เกิดขึ้นมีค่าสูง

5. เมื่อมีแรงกระแทก จะทำให้มีอายุการใช้งานลดลงมาก

ชนิดของแบริ่ง

โดยทั่วไปแล้ว โรลลิ่งแบริ่งแบ่งออกเป็นสองพวกใหญ่ ๆ คือ บอลแบริ่งซึ่งมีลูกกลิ้ง (Rolling Element) เป็นรูปทรงกลมและโลเล่อร์แบริ่ง (Roller Bearing) ซึ่งมีลูกกลิ้งเป็นรูปกระบอกตรง

บอลแบริ่งหรือตลับลูกปืนจะให้ความฝืดต่ำมาก เมื่อเทียบกับความฝืดลื่นไถลทำให้ความร้อนที่เกิดจากความเสียดทานต่ำ บอลแบริ่งที่มีใช้อยู่ส่วนมากในรถยนต์ เครื่องจักรกลต่าง ๆ โดยทั่วไปจะมีการกำหนดขนาดและมิติต่าง ๆ ไว้ในมาตรฐาน ISO (Internation Organization For Standardization) ยกเว้นแบบที่ใช้กับรถยนต์ซึ่งมีขนาดและมิติพิเศษขึ้นกับงานที่จะใช้โดยเฉพาะ

บอลแบริ่งที่มีแผ่นกันฝุ่นอยู่ในตัวเอง จะได้รับการเติมจาระบีมาแล้ว จาระบีที่ใช้กับผลิตภัณฑ์เหล่านี้จะมีคุณสมบัติที่เหมาสมกับการใช้งานที่ต้องการเกรดของจาระบีจะเหมาะสมกับขนาดของแบริ่งอยู่แล้ว อายุการใช้งานของจาระบีมักจะมีมากกว่าของแบริ่ง ดังนั้นไม่มีความจำเป็นต้องเติมสารหล่อลื่นยกเว้นกรณีพิเศษ

2.7 บูช

บูช เป็นชิ้นส่วนของเครื่องจักกล ที่ใช้รองรับเพลาที่รับกำลังและโหลด เนื่องจากการหมุนหรือการไถลกลับไปกลับมาของเพลาเพื่อให้เป็นไปอย่างนุ่มนวลปลอดภัยและมีอายุการใช้งานทนทาน และนอกจากนี้ยังต้องแข็งแกร่งที่จะประกันการทำงานของเพลาและของเครื่องจักรกลได้ มิเช่นนั้นแล้วการทำงานของชิ้นส่วนทั้งหมดอาจจะเลวลงหรือผิดพลาดไปหมดได้

บูช เป็นชิ้นส่วนที่มีโครงสร้างที่ง่ายๆ สามารถประกอบได้รวดเร็ว การทำงานเรียบและมีราคาถูก บูชทำมาจากโลหะผสมระหว่างทองแดงและโลหะอื่น ๆ บูชมีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกกลวง สัมผัสอยู่บนผิวของเพลาโดยตรง โดยระหว่างผิวสัมผัสจะมีชั้นของน้ำมันหล่อลื่นบาง ๆ คั่นอยู่เมื่อเกิดการเคลื่อนที่

ทองแดงผสมรวมทั้งพวกสัมฤทธิ์ พวกนี้มีความแข็งแรงทนทานต่อการกัดกร่อนต้านทานการล้าตัว และมีคุณสมบัติเป็นตัวนำที่ดีเยี่ยม ความแข็งแกร่งของทองแดงผสมทำให้มีคุณสมบัติทำรองลื่นของเครื่องกลได้อย่างดีเยี่ยม และถ้ามีตะกั่วผสมอยู่มาก จะทำให้มีคุณสมบัติในการต้านการเกาะติดกับเพลาดีขึ้น

ทองแดงถึงแม้ว่าจะทำให้ความแข็งแรงและความต้านการล้าตัวหรือความต้านทานต่ออุณหภูมิสูงลดลงก็ตาม แต่ก็ทำให้ความต้านทานต่อการกัดกร่อนเพิ่มขึ้น นอกจากนี้การเพิ่มตะกั่วเข้าไปจะทำให้คุณสมบัติการปรับตัวให้กับการโก่งของเพลาดีขึ้น

ลักษณะและคุณสมบัติของรองลื่น

1. ต้องมีความแข็งแรงพอที่จะต้านทานโหลด
2. ต้องมีคุณสมบัติปรับตัวให้เข้ากับการโก่งของเพลา
3. มีความต้านทานต่อการกัดกร่อนสูง
4. ต้องมีคุณสมบัติต้านการเกาะติดกับเพลา
5. ทนต่อการสึกหรอได้พอประมาณ
6. สามารถ ซับ-ปล่อย ฝุ่นผงให้จมลงไปในเนื้อรองลื่น
7. ต้องมีราคาถูก
8. ต้องไม่เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติไปตามอุณหภูมิ

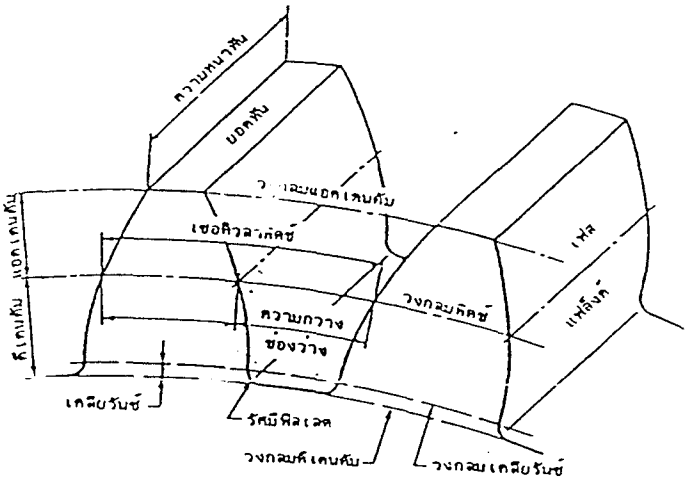
สำหรับรองลื่นแล้ว อัตราส่วนระหว่างความยาวต่อความโตของเพลาส่วนที่มีรองลื่นรองรับเป็นแฟคเตอร์ (factor) ที่สำคัญมากอีกตัวหนึ่งเพราะอัตราส่วนนี้ยิ่งน้อย ความสามารถในการรับโหลดยิ่งต่ำ ถ้าอัตราส่วนนี้ยิ่งมากความร้อนจากการเสียดทานจะสูงมากขึ้น การเพิ่มอัตราส่วนจะไปลดอัตราการรั่วไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ปลายทั้งสองของรองลื่น อัตราส่วนนี้จะขึ้นกับความแข็งของวัสดุทำรองลื่นด้วย เช่น วัสดุ

นิ่มต้องการอัตราส่วนนี้มากกว่า ดังนั้นจะต้องเลือกให้เหมาะสมสำหรับเพลาที่มีน้ำหนักน้อยและหมุน แนวแกนของเพลาและรองลื่นจะทับกันทำให้ความหนาของชั้นน้ำมันระหว่างผิวเพลาและรองลื่นเท่ากันตลอด

2.8 เฟือง

เป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลชนิดหนึ่งที่พบอยู่ในเครื่องจักรกลทั่วไป โดยทำหน้าที่ส่งกำลังชัก และการหมุนจากเพลาหนึ่งไปยังอีกเพลาหนึ่งที่ขนานกัน ส่วนมากเฟืองขับ (driving gears) จะมีขนาดเล็กว่าเฟืองตาม (driven gears) และมีชื่อเรียกเป็นพิเศษว่า พิเนียน (PINION) ส่วนเฟืองใหญ่เรียกว่าเฟือง แต่การใช้งานบางโอกาสก็อาจใช้เฟืองใหญ่เป็นเฟืองขับก็ได้ เนื่องจากว่าเฟืองที่ผลิตและใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้ยังคงใช้ระบบหน่วยอังกฤษอยู่เป็นส่วนมาก ซึ่งก็จำเป็นต่อการเปลี่ยนเฟืองของเครื่องจักรกลที่ชำรุดเสียหาย ฉะนั้นเฟืองในระบบหน่วยอังกฤษยังคงจะต้องผลิตออกมาอีกเป็นเวลานาน ดังนั้นการออกแบบหรือการเลือกขนาดเฟืองทั้งในระบบหน่วยอังกฤษและในระบบหน่วยเอสไอ (SI) คละกันไป

ในการให้คำจำกัดเรียกชื่อส่วนต่าง ๆ ของเฟือง ให้พิจารณาภาพประกอบ 22 ดังต่อไปนี้



ภาพประกอบ 22 การเรียกชื่อส่วนของฟันเฟือง

วงกลมพิตช์ (Pitch Circle) เป็นมิติหลักในการเรียกขนาดของเฟืองโดยบอกขนาดของเฟืองด้วยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ (Pitch diameter) ในทางทฤษฎีแล้วเฟืองคู่ขบกันจะต้องมีเส้นสัมผัสกัน ณ วงกลมพิตช์

เซอคิงลามิตช์ (Circular pitch) P เป็นระยะที่วัดบนวงกลมพิตช์ จากจุดหนึ่งบนฟันเฟืองไปยังอีกจุดหนึ่ง ณ ตำแหน่งเดียวกันบนฟันเฟืองถัดไป จากภาพประกอบ 22 จะเห็นได้ว่าระยะนี้มีค่าเท่ากับผลรวมของความกว้างฟันและความกว้างช่องว่างระหว่างฟัน

โมดุล (Module) M เป็นอัตราส่วนระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมิตช์กับจำนวนฟันบนเฟือง หน่วยที่ใช้วัดโมดุลคือมิลลิเมตร โมดุลนี้เป็นดัชนีสำหรับบอกขนาดของฟันเฟืองในระบบหน่วยเอสไอ

ไดอะมิทรัลพิตช์ (diametral Pitch) p เป็นอัตราส่วนระหว่างจำนวนฟันบนเฟืองกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ จึงเป็นส่วนกลับของโมดุล ไดอะมิทรัลพิตช์นี้เป็นดัชนีสำหรับบอกขนาดของฟันเฟืองในระบบ

หน่วยอังกฤษซึ่งกำลังได้รับการเปลี่ยนแปลงให้เป็นระบบหน่วยเอสไออยู่ ดังนั้นความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์จึงใช้บอกเป็นนิ้ว

แอดเดนดัม (addendum) a หรือช่วงสูงบน เป็นระยะที่วัดในแนวรัศมีระหว่างยอดฟัน (top land) ถึงวงกลมพิตช์

ดีเดนดัม (dedendem) d หรือช่วงสูงล่าง เป็นระยะที่วัดในแนวรัศมีระหว่างโคนฟัน (bottom land) ถึงวงกลมพิตช์ ฉะนั้นความสูงของฟันเฟืองคือ ผลรวมระหว่าง a กับ d

เคลียรันซ์ (Clearance) c ในการที่เฟืองสองอันขบกัน ดีเดนดัมของเฟืองหนึ่งต้องมีค่ามากกว่าแอดเดนดัมของอีกเฟืองหนึ่ง เพื่อที่จะไม่ให้เกิดการขัดกันขึ้น ผลต่างระหว่างค่าดีเดนดัมและแอดเดนดัมนี้เรียกว่าเคลียรันซ์ c

แบ็คแล็ช (backlash) คือผลต่างระหว่างความกว้างช่องว่างระหว่างฟันเฟืองหนึ่งกับความกว้างของฟันเฟืองอีกอันหนึ่งที่ขบกันโดยวัดตามแนวเส้นวงกลมพิตช์ในการขับด้วยเฟืองที่มีแบ็คแล็ช เฟืองขับจะสามารถหมุนไปได้เป็นมุมเล็กน้อยก่อนที่เฟืองตามจะหมุนไป แบ็คแล็ชนี้จำเป็นต้องมีอยู่เสมอ ทั้งนี้เพื่อให้มีช่องว่างสำหรับน้ำมันหล่อลื่น และเพื่อให้เฟืองสามารถขยายตัวได้เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ตลอดจนมีเผื่อเอาไว้สำหรับความผิดพลาดในการตัดรูปร่างของฟันเฟือง

ความหนาของฟัน (Face width) b คือความหนาของฟันเฟืองวัดในทิศทางเดียวกับแนวแกนของเฟือง ซึ่งในที่นี้จะเรียกว่าความหนาเฟือง

แฟล็งค์ (Flank) คือผิวทางด้านของฟันเฟืองซึ่งอยู่ระหว่างวงกลมพิตช์กับวงกลมดีเดนดัม

อัตราทด (Velocity rario) M_w คืออัตราส่วนระหว่างความเร็วเชิงมุมของเฟืองขับต่อความเร็วเชิงมุมของเฟืองตาม ถ้าให้ "1" และ "2" แทนเฟืองขับและเฟืองตาม ตามลำดับจากความรู้ทางกลศาสตร์จะได้ว่า

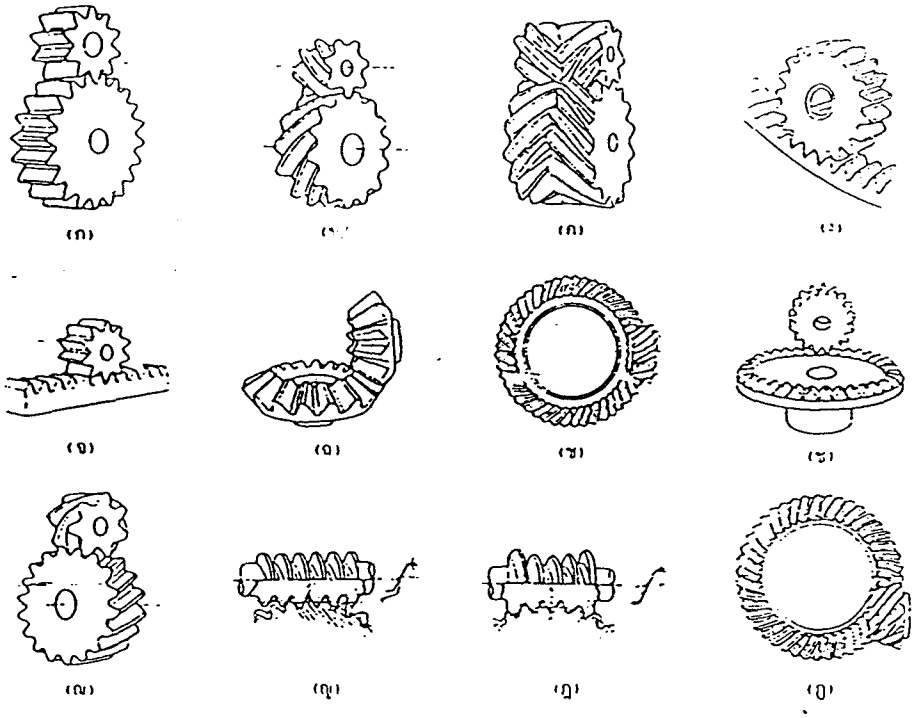
$$M_w = \frac{W_1}{W_2} = \frac{n_2}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

โดยที่

	W	=	ความเร็วเชิงมุม, rad/s
	n	=	ความเร็วรอบ, rpm
	d	=	เส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์, mm หรือ in
	N	=	จำนวนฟัน

อัตราส่วนเฟือง (gear ratio) Mg คืออัตราส่วนระหว่างจำนวนฟันของเฟืองต่อจำนวนฟันของพิเนียน ถ้าพิเนียนเป็นตัวขับแล้ว (วริทธิ์ อึ้งภากรณ์. 2536 : 21-23)

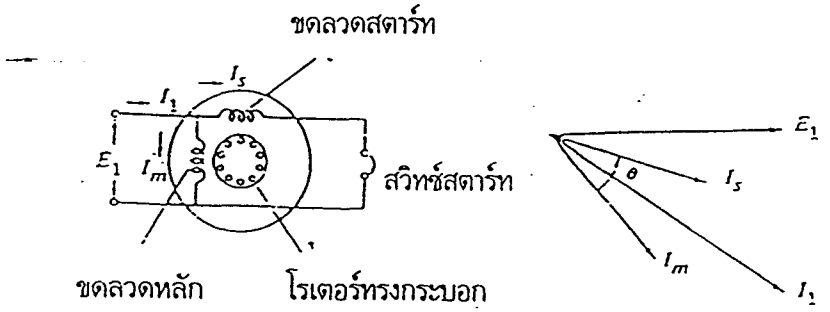
$$M_g = M_w = \frac{N_1}{N_2}$$



(ก) เฟืองตรง (spur gear)
(ข) เฟืองเอียงคู่ (double helical)
(จ) พินเนี่ยนและเฟืองราง
(pinion and rack)
(ช) เฟืองดอกจอกเกลียว
(spiral bevel gear)
(ฌ) เฟืองเอียงขวาง
(crossed helical gear)
(ญ) เฟืองหนอนล้อมคู่
(double enveloping worm gear)
(ง) เฟืองเอียง [illegible] gear
(ฉ) เฟืองฟันโ[illegible]—al gear
(ซ) เฟืองคอ[illegible]
(straight [illegible] gear
(ฎ) เฟืองหน้า[illegible]
(face gea[illegible]
(ฐ) เฟืองหนอ[illegible]
cyndr[illegible] gear
(ฏ) เฟืองหน้า[illegible]
(hypoid g[illegible]

ภาพประกอบ 23 เฟืองชนิดต่าง ๆ

ลวดขนาดเล็กกว่าขดลวดหลักจะไหม้เสียหายได้ ดังนั้นเมื่อมอเตอร์เดินมาความเร็วรอบถึง 70-80 เปอร์เซ็นต์ ของความเร็วเต็มพิกัด สวิทช์แรงเหวี่ยงหรือรีเลย์จะทำหน้าที่ตัดวงจรขดลวดสตาร์ทออกโดยอัตโนมัติจากวงจร



ภาพประกอบ 24 มอเตอร์ชนิดแยกเฟสสตาร์ท (สัมพันธ์ หาญชเล. 2542 : 3-4)

สมบัติความเร็วรอบ – แรงบิด และการนำไปใช้งาน

มอเตอร์เหนี่วยนำเฟสเดียวมีสมบัติความเร็วรอบ-แรงบิด แตกต่างกันออกไปแล้วแต่กรรมวิธีการสตาร์ท ตัวอย่างของสมบัติความเร็วรอบ – แรงบิด ของการสตาร์ทแบบต่าง ๆ ดังนั้นในการเลือกชนิดของมอเตอร์ลักษณะสมบัติของการสตาร์ทของโหลด จึงเป็นสิ่งที่ต้องได้รับการพิจารณาอย่างละเอียด เพื่อให้เลือกมอเตอร์ได้เหมาะสมกับงาน

3. ประวัติความเป็นมาของเครื่องคัดขนาดกุ้ง

กุ้งเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยชนิดหนึ่ง โดยเฉพาะกุ้งทะเลที่เกษตรกรนิยมเลี้ยง ได้แก่ กุ้งกุลาดำ (Penaeus monodon) ในสมัยก่อนการเลี้ยงกุ้งกุลาดำยังไม่แพร่หลายเกษตรกรส่วนมากได้กุ้งกุลาดำมาจากทะเลเป็นส่วนใหญ่ ต่อมาเทคโนโลยีทางด้านการประมงได้วิวัฒนาการอย่างรวดเร็วประกอบกับกุ้งในทะเลมีน้อยลงเนื่องจากชาวประมงจับกันมากและใช้อวนตาขนาดเล็กลง

ภายหลังกรมประมงได้มีนโยบายในการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำขึ้นในปี พ.ศ. 2510 โดยนำแม่กุ้งจากแหล่งธรรมชาติขึ้นมาฟักจนสำเร็จ หลังจากนั้นได้แจกจ่ายไปให้ยังเกษตรกรไปเลี้ยงจนปัจจุบันประเทศไทยสามารถที่จะเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำได้เอง แหล่งเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่สำคัญของประเทศไทยมีอยู่ 3 ภาค คือ ภาคตะวันออก ได้แก่ จันทบุรี ระยอง ภาคกลางได้แก่ สมุทรปราการ สมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรี ภาคใต้ ได้แก่ สุราษฎร์ธานี ปัตตานี บริเวณที่ใช้สำหรับการเพาะเลี้ยงกุ้งจะใช้ที่ดินป่าชายเลน จนถึงปัจจุบันกุ้งกุลาดำเป็นสินค้าส่งออกต่างประเทศทำเงินเข้าประเทศนับพันล้านต่อปี

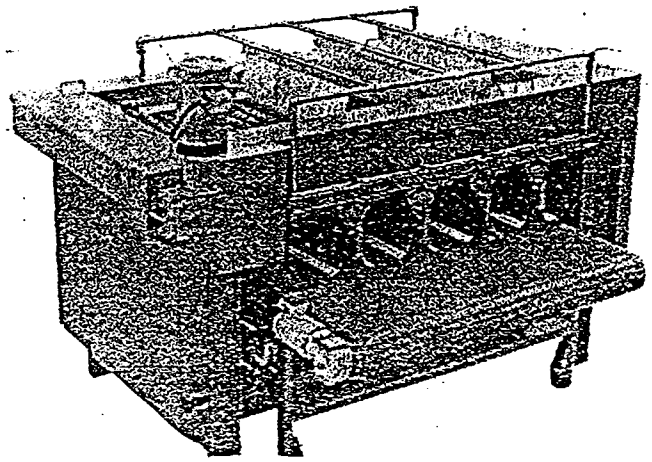
การซื้อขายกุ้งเพื่อบริโภคทั้งภายในประเทศและส่งออกต่างประเทศ ปัจจัยหนึ่งในการกำหนดราคากุ้งได้แก่ ขนาดของกุ้งเพราะเหตุว่า กุ้งที่เลี้ยงไว้ในแต่ละบ่อนั้นจะมีขนาดต่างกัน เช่น

ก. ใช้วิธีการทอดแหสุ่มขนาดกุ้งตามจุดต่าง ๆ ของบ่อ 2-3 จุด เพื่อหาขนาดกุ้ง โดยเฉลี่ยของกุ้งทั้งบ่อ การตัดสินขนาดกุ้งใช้วิธีการตัดสินใจของผู้ทำการทอดแหสุ่มขนาดแล้วจึงตกลงราคากับพ่อค้าที่มาซื้อกุ้ง

ข. จับกุ้งขึ้นมาจากบ่อ แล้วทำการคัดขนาดโดยแรงงาน แล้วจึงตกลงราคากับพ่อค้าที่มาซื้อกุ้ง

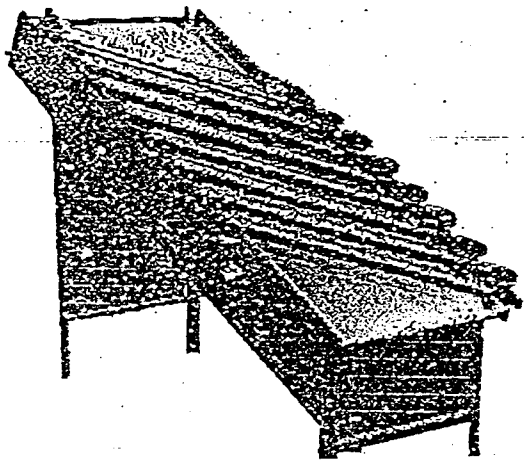
ค. จับกุ้งขึ้นมาจากบ่อ แล้วรีบส่งกุ้งไปที่ห้องเย็นหรือแปลงแล้วทำการคัดขนาดโดยแรงงานคน ณ ที่นั้น แล้วจึงตกลงราคาซื้อกุ้ง

วิธีการคัดขนาดกุ้ง ที่กระทำตั้งแต่มีการเลี้ยงกุ้งกุลาดำจากอดีตจนปัจจุบันยังใช้แรงงานคนในการคัดขนาดเป็นส่วนใหญ่ และยังต้องใช้แรงงานเป็นจำนวนมากในการคัดขนาดและเสี่ยงต่อการติดเชื้อแบคทีเรียกับตัวกุ้ง หลังจากนั้นทางบริษัทใหญ่ ๆ ได้นำเครื่องคัดขนาดเข้ามาในประเทศ (วิชา หมั่นทำการ. 2533:31-33) จากภาพประกอบ 25



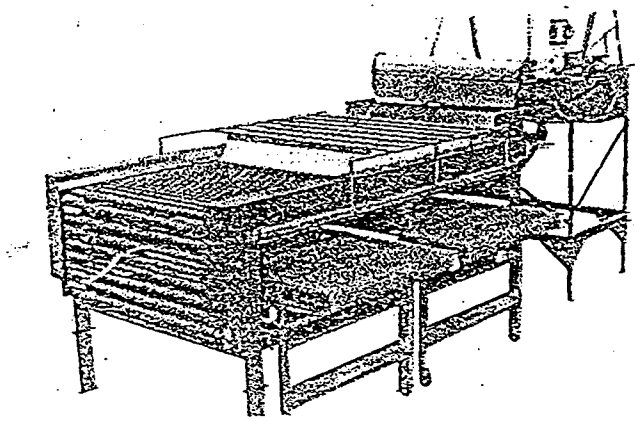
ภาพประกอบ 25 เครื่องคัดขนาดกุ้งประเภทเด็ดหัว

เป็นเครื่องคัดขนาดกุ้งประเภทเด็ดหัว ซึ่งใช้หลักการทำงานของลูกกลิ้งและช่องห่างระหว่างลูกกลิ้งเป็นตัวคัดขนาดกุ้ง สามารถคัดได้ 680 กิโลกรัมต่อชั่วโมง สามารถคัดได้ 4 ขนาด



ภาพประกอบ 26 เครื่องคัดขนาดกุ้งประเภทเด็ดหัวและไม่เด็ดหัว

จากภาพประกอบ 26 เป็นเครื่องคัดขนาดกุ้งประเภทเด็ดหัวและไม่เด็ดหัว สามารถที่จะใช้คัดได้ 545 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยใช้ลูกกลิ้งทรงกระบอกแล้วลำเลียงออกทางด้านข้าง ส่วนกุ้งตัวเล็กจะรอดออกไปได้จนครบทั้ง 4 ขนาด (วารสาร Laitram Machinery. 2543:3)



ภาพประกอบ 27 เครื่องคัดขนาดกุ้งประเภทเด็ดหัว

เป็นเครื่องคัดขนาดกุ้งประเภทเด็ดหัว ซึ่งใช้หลักการทำงานของลูกกลิ้ง และช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งเป็นตัวคัดขนาดสามารถคัดได้ 2900 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งใช้ในงานธุรกิจขนาดใหญ่ สามรถคัดขนาดกุ้งได้ 4 ขนาด (วารสาร Laitram Machinery. 2543:4)

4. การผลิตและการแปรรูปกุ้งกุลาดำเพื่อการส่งออกของบริษัทเจริญโภคภัณฑ์

เนื่องจากประสบผลสำเร็จในการเพาะเลี้ยง จึงทำให้ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกกุ้งกุลาดำรายใหญ่ไปยังต่างประเทศ โดยที่บริษัทเจริญโภคภัณฑ์เป็นเฟืองจักรตัวสำคัญที่ขับเคลื่อนทางด้านเศรษฐกิจทางด้านนี้ โดยมีขั้นตอนในการผลิตหลายขั้นตอนโดยแต่ละขั้นตอนจะถูกควบคุมโดยกองควบคุมตรวจสอบผลิตภัณฑ์และการแปรรูปสัตว์น้ำ ซึ่งมีขั้นตอนการผลิตดังนี้

4.1 ประเภทกุ้งสดแช่แข็งเพื่อการส่งออก กุ้งแช่แข็งที่ทางบริษัทเจริญโภภัณฑ์ส่งไปจำหน่ายต่างประเทศมี 2 รูปแบบ คือ

4.1.1 Block Frozon เป็นการแช่แข็งรวมกันหลายชั้นในกล่องเดียวกันเป็นก้อน

4.1.2 Individual Quick Frozen (IQF) เป็นการแช่แข็งเป็นตัว ๆ

4.2 รูปแบบการแปรรูป รูปแบบการแปรรูปสำหรับกุ้งแช่แข็ง ปัจจุบันแบ่งเป็นลักษณะดังนี้

4.2.1 กุ้งไม่เด็ดหัว ไม่แกะเปลือก

4.2.2 กุ้งเด็ดหัว ไม่แกะเปลือก

4.2.3 กุ้งเด็ดหัว แกะเปลือก ไม่ไว้หาง ผ่าหลังเอาไส้ออก

4.2.4 กุ้งเด็ดหัว แกะเปลือก ไม่ไว้หาง ไม่ผ่าหลัง

4.2.5 กุ้งเด็ดหัว แกะเปลือก ไว้หาง ผ่าหลังเอาไส้ออก

4.2.6 กุ้งเด็ดหัว แกะเปลือก ไว้หาง

4.3 กรรมวิธีการผลิตกุ้งสดแช่แข็งของบริษัทเจริญโภคภัณฑ์มีดังนี้

4.3.1 ขั้นเตรียมการ หมายถึง นำวัตถุดิบมาทำความสะอาดให้เรียบร้อย แล้วแยกประเภทตามที่ลูกค้าสั่งเข้ามา เช่น กุ้งไม่เด็ดหัว ไม่แกะเปลือก ก็จะแยกไว้อีกส่วนหนึ่ง หลังจากนั้นก็จะนำมาทำการแยกขนาด โดยที่ทางบริษัทมีมาตรฐานการคัดขนาดกุ้งไว้ 4 ขนาด เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคในปัจจุบันแต่ต้องอยู่ในขอบเขตของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนดขึ้น โดยเอกสารของ Codex stan 92-198 ซึ่งจะมีรายละเอียดดังนี้

กุ้งกุลาดำ	จำนวน ตัว / กิโลกรัม	น้ำหนักตัว / กรัม
A	21-25	ตั้งแต่ 39.24 ขึ้นไป
B	36-30	39.23 – 32.54 ขึ้นไป
C	31-35	32.53 – 27.98
D	36-40	27.97 – 24.70

เมื่อเสร็จจากการคัดแยกขนาดนำไปเรียงใส่บรรจุ Block ถาดโฟมหรือเตรียมเข้าแช่แข็งเป็นตัว ๆ หากเป็นสินค้า Value Added จะเพิ่มกรรวิธีการผลิต เช่น นำไปลวก เสียบไม้ ชุปแป้งขนมปัง หรือยีด

4.3.2 ขั้นตอนการแช่แข็ง ถาดที่ถูกบรรจุกุ้งแล้วจะถูกส่งไปแช่แข็ง (Frecze) โดยผ่านเครื่องแช่แข็งตามลักษณะการผลิต เช่น Contact Freczer, Air Blast หรือ IQF ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ – 40 C

4.3.3 ขั้นบรรจุและเก็บกุ้งที่แช่แข็งแล้วจะถูกนำไปบรรจุใส่ถุงพลาสติก และใส่ถุงพลาสติกและใส่กล่องกระดาษ ซึ่งเคลือบด้วยเทียนขนาดบรรจุสุทธิ 1 กิโลกรัม หรือ 1.8 กิโลกรัม หรือบรรจุขนาดที่ต้องการที่ลูกค้าต้องการ และนำไปเก็บในห้องแช่แข็ง (Cold Storage) ที่อุณหภูมิ –18 C เพื่อรอการส่งออก ซึ่งทุกขั้นตอนจะถูกตรวจสอบมาตรฐานสุขลักษณะกุ้งแช่แข็ง (วารสารเครือเจริญโภคภัณฑ์. 2540 (107) : 4-5)

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิชา หมั่นทำการ. (2533). ได้ทำการทดลองสร้างเครื่องคัดขนาดกุ้ง ลักษณะของระบบการคัดขนาดประกอบด้วยสายพานขนาด 2 นิ้ว จำนวน 3 ชุด แต่ละชุดจะมีโครงสร้างทำด้วยวัสดุ พีวีซี (PVC) ขึ้นรูปเป็นรูปสามเหลี่ยมผิวโค้งยึดติดอยู่กับสายพานแบนด้วยน็อต ชุดโครงพีวีซีนี้จะยึดอยู่บนสายพานแบบแป้นแถบชิดกันตลอดตามยาวของสายพานเครื่องคัดขนาดได้ 2 ช่องคัดพร้อมกัน ซึ่งมีโครงสร้างพีวีซีดังกล่าวยึดติดอยู่ จะถูกจัดวางให้ไม่ขนานกัน โดยวางให้มีช่องว่างระหว่างชุดโครงสร้างพีวีซีที่ต้นทางของตัวเครื่องเท่ากับ 12 มิลลิเมตร และที่ปลายทางเท่ากับ 30 มิลลิเมตร มีระยะตามยาวของระบบคัดขนาดตั้งแต่ต้นทางถึงปลายทางเท่ากับ 4500 มิลลิเมตร ชุดของสายพานแต่ละชุดจะวิ่งอยู่ในรางบังคับสายพาน ซึ่งจะบังคับให้สายพานเดินเป็นแนวตรงตัวกุ้งจะถูกป้อนลงในระหว่างช่องว่างของชุดโครงสร้างพีวีซี ที่ต้นทางของเครื่องทีละตัว ผลจากทดสอบประสิทธิภาพการคัดขนาดกุ้งกุลาดำรวม 2 ช่อง คัดขนาดสามารถคัดขนาดกุ้งได้ 238 กิโลกรัม/ชั่วโมง/2 ช่องคัด/2 ช่องคัด/2 คนป้อนกุ้ง ประสิทธิภาพการคัดขนาดได้ดีเหมือนกับคนที่มีความชำนาญ ข้อเสียคือ น้ำหนักของเครื่องคัดขนาดแบบนี้มีน้ำหนักมาก ซึ่งไม่สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย

ศราภรณ์ ผลัดศรี พิภพ วสะหลาย และธราจันมร์ ฉันทนา. (2536). ได้ทำการศึกษาเครื่องคัดขนาดกุ้งแบบสั่นสะเทือน เพื่อลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ผลจากการสร้างเครื่องคัดขนาด

สามารถแก้ไขปัญหาทางด้านลดต้นทุนได้อย่างดีและสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการคัดขนาดของตัวกุ้งได้ 250 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

บัณฑิต วริโมภาส, ทศพร นิทัศน์วรกุล, อารีย์ เลิศธิรพันธ์. (2542). ได้ศึกษาการประเมินคุณภาพการคัดขนาดส้มเขียวหวานไทยด้วยวิธีแผนที่คัดขนาด เพื่อแก้ไขปัญหาการลดต้นทุนด้วยแรงงาน การเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานรวมถึงความเร็วและความสามารถในการคัดขนาดผลส้มเขียวหวาน จากผลการทดสอบสามารถสรุปได้ว่าสามารถประเมินคุณภาพด้วยวิธี (Sizing Map) สามารถแก้ไขปัญหาด้านการลดต้นทุนแรงงาน และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการคัดขนาดสะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น

วัชกุล กุลดิลก และอดิศร อินจันทร์. (2540). ได้ศึกษาออกแบบเครื่องคัดความยาวฝักกระเจี๊ยบเขียว ทำงานโดยใช้ Optical Sensor เป็นอุปกรณ์ในการคัดแยกความยาวโดยเชื่อมโยงต่อกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งมี A/D Converter เป็นตัวรับสัญญาณจาก Optical Sensor สัญญาณที่วัดได้ถูกส่งเข้ามาประมวลผลที่คอมพิวเตอร์เพื่อคำนวณความยาวและแยกเกรดฝักกระเจี๊ยบเขียวโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากนั้นจะแสดงความยาวเกรดที่คำนวณได้โดย D/D Convertor จะส่งสัญญาณควบคุมชุดฝักกระเจี๊ยบเขียวตามเกรดที่คัดไว้ หรือผลแสดงที่ LED เมื่อเป็นการคัดทิ้ง ผลจากการทดลองปรากฏว่า สามารถที่จะคัดขนาดได้แต่ไม่ดีเท่าที่ควรเนื่องจาก 1 ฝักกระเจี๊ยบเขียวมีความไม่สม่ำเสมอของฝักคือ ที่ส่วนปลายจะเรียวมีขนาดเล็กกว่าส่วนอื่น ๆ ทำให้เกิดความผิดพลาดเกิดขึ้น 2. สายพานลำเลียงไม่เรียบทำให้ฝักกระเจี๊ยบเขียวไม่อยู่นิ่ง 3. ตัวรับแสงมีความเร็วไม่เพียงพอที่จะจับความเปลี่ยนแปลงของสัญญาณเมื่อสายพานมีความเร็ว 4. มอเตอร์ความเร็วไม่สม่ำเสมอทำให้สายพานไม่คงที่

น้ำเพ็ญ เปมะวิภาต และบุญชัย ธารพานิช. (2540). ได้ทำการศึกษาเครื่องคัดแยกความหนาแน่นของผลไม้ โดยใช้หลักการความเข้มข้นของน้ำเกลือและความถ่วงจำเพาะของผลไม้อ่อนและแก่ ในการคัดแยกผลจากการทดลอง เครื่องสามารถใช้งานได้จริงสามารถที่จะคัดแยกระหว่างมะม่วงอ่อนและมะม่วงแก่ รวมถึงมังคุดอ่อนและมังคุดแก่ แต่เมื่อทำการคัดแยก จำเป็นจะต้องศึกษาถึงความถ่วงจำเพาะของผลไม้แต่ละชนิดให้ดีเสียก่อน

จากการศึกษาวิจัย ผู้วิจัยพบว่าได้มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคัดขนาดกุ้งกุลาดำ และมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคัดขนาดพืชผลทางด้านการเกษตร จากข้อมูลที่ได้ศึกษางานวิจัยของแต่ละท่าน ทำให้มองเห็นปัญหาข้อมูลหลาย ๆ ด้าน ดังนั้น จึงได้นำมาออกแบบพัฒนาเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำเป็นระบบลูกกลิ้งโดยใช้ลูกกลิ้งทั้งหมด 3 ชุด ชุดละ 2 ตัว (หมุนสวนทิศทางกัน) จำนวนลูกกลิ้งทั้งหมด 6 ตัว โดยใช้แรงโน้มถ่วงของโล๊ะ และการขับของลูกกลิ้ง จะไม่ขนานกัน ซึ่งสามารถคัดได้ 4 ขนาด โดยที่ใช้น้ำหล่อเลี้ยงบนลูกกลิ้งตลอดเมื่อมีการคัดขนาดกุ้งกุลาดำ ซึ่งวิธีดังกล่าวสามารถที่จะคัดได้ไม่น้อยกว่า 250 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งสามารถที่จะทดแทนการนำเข้าเครื่องจักรจากต่างประเทศ

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาวิจัย ผู้วิจัยได้มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้เพื่อออกแบบพัฒนาเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำโดยการใช้ลูกกลิ้ง โดยได้กำหนดแนวการดำเนินการดำเนินการวิจัยตามหัวข้อไว้ดังนี้

1. การดำเนินการวิจัย
2. รายการวัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย
3. สถานที่และเวลาในการวิจัย
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

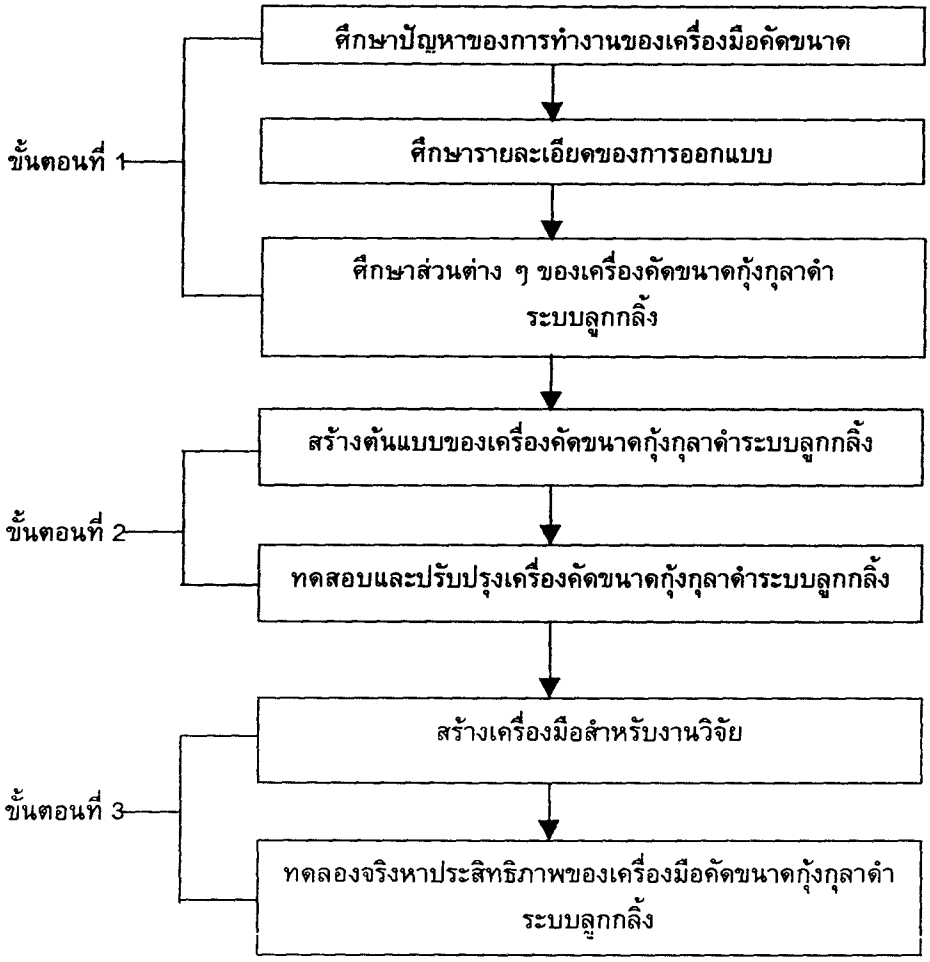
1. การดำเนินการวิจัย

ในการออกแบบพัฒนาเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง ผู้วิจัยได้แบ่งกระบวนการวิจัยออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้ คือ

ขั้นตอนที่ 1 ประกอบด้วยการศึกษาปัญหา ศึกษารายละเอียด ออกแบบส่วนต่าง ๆ ของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำ

ขั้นตอนที่ 2 สร้างต้นแบบ และปรับปรุงแก้ไข

ขั้นตอนที่ 3 ทดลองใช้จริงและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้งจากผู้ประกอบธุรกิจการเลี้ยงกุ้งและผู้เชี่ยวชาญ



ภาพประกอบ 28 แสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การออกแบบส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำ ระบบลูกกลิ้งจะประกอบด้วย การศึกษาปัญหา การศึกษารายละเอียดเพื่อค้นหาข้อมูลในการกรอกแบบ ซึ่งเป็นกระบวนสุดท้ายของการทดลองในขั้นที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยได้แสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 ศึกษาปัญหาของการทำงานของเครื่องมือคัดขนาด

1.1.1 ศึกษาปัญหาถึงวิธีการคัดขนาดกุ้งกุลาดำ ทั้งในอุตสาหกรรมครัวเรือนและโรงงานอุตสาหกรรม

1.1.2 ศึกษาค้นคว้าจากวารสารและตำราตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคัดขนาดในรูปแบบต่าง ๆ ของงานอุตสาหกรรม

1.1.3 ศึกษาคุณสมบัติส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องจักรกล เพื่อหาวัสดุที่เหมาะสมที่จะนำมาผลิตเป็นชิ้นส่วนต่าง ๆ เหล่านั้น

1.2 ศึกษารายละเอียดของการออกแบบและการคำนวณอุปกรณ์ที่นำมาใช้

1.2.1 คำนวณ ออกแบบ ร่างแบบ และเขียนแบบชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง ซึ่งแสดงอยู่ในภาคผนวก ก.

ในการเขียนแบบวิจัยซึ่งแสดงอยู่ในภาคผนวก ก. ได้ดำเนินการเขียนแบบเป็นรายละเอียด แบบประกอบและภาพแยกชิ้น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.2.2 โครงการเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้งจะประกอบด้วยฐานรองรับเป็นรูปสี่เหลี่ยม ซึ่งมีความสูงไม่เท่ากับ ข้างหนึ่งสูง 180 เซนติเมตร และอีกข้างหนึ่งสูง 120 เซนติเมตร ความกว้าง 150 เซนติเมตร ส่วนความยาว 300 เซนติเมตร ผู้วิจัยเลือกใช้เหล็กไร้สนิมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร ซึ่งเป็นเหล็กที่มีราคาไม่แพงและหาซื้อได้ง่าย มีความแข็งแรงต่อการรองรับ จับยึดและรับน้ำหนักของชิ้นส่วนและชุดกำลังได้ดี

1.2.3 กลิ้งของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้งจะประกอบด้วยลูกกลิ้ง จำนวน 6 ตัว ซึ่งแต่ละตัวจะมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 10.50 เซนติเมตร และมีความยาว 300 เซนติเมตร เหล็กที่ใช้เป็นเหล็กไร้สนิม

1.2.4 ชุดกำลังของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้งจะประกอบด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 220 V. จำวน 1,450 รอบ เป็นมอเตอร์ไฟฟ้าที่มีฉนวนชนิดกันน้ำเข้าใช้ในการส่งกำลังให้กับลูกกลิ้งทั้ง 6 ลูก โดยใช้เฟืองตรงเป็นตัวเชื่อมประสานส่งกำลังของมอเตอร์กับลูกกลิ้งซึ่งได้จากการคำนวณจากภาคผนวก ก.

1.2.5 ชุดฝาครอบเป็นชุดครอบปิดส่วนต่าง ๆ ของเครื่องให้ดูสวยงามเรียบร้อย และป้องกันส่วนอื่น ๆ และเป็นตัวรองรับการติดตั้งระบบสวิทซ์ปิดเป็นผู้วิจัยเลือกใช้ เหล็กไร้สนิมและมีความหนาพอสมควร ทนต่อการกัดกร่อน

1.3 ศึกษาส่วนต่าง ๆ ของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้งโดยจำแนกออกเป็น 2 ส่วน ซึ่งประกอบด้วย

1.3.1 ในส่วนของระบบลูกกลิ้งการหมุนของลูกกลิ้ง ตลอดจนระบบขับเคลื่อนของลูกกลิ้ง

1.3.2 ส่วนของระบบสายพานลำเลียง ได้ศึกษาถึงหลักการขนถ่ายเพื่อให้เหมาะสมกับลูกกลิ้งที่จะรองขับได้ ตลอดจนความเข้าใจการลำเลียงกุ้งขึ้นจากถังซึ่งจะเห็นได้จากการคำนวณซึ่งแสดงในภาคผนวก ก.

ขั้นตอนที่ 2 สร้างต้นแบบและทดลองแก้ไขปรับปรุงโดยจำแนกเป็น 2 ส่วน

2.1 สร้างต้นแบบ ของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง แล้วนำมาประกอบเข้าด้วยกัน สำหรับขั้นตอนที่ 2 ผู้วิจัยเห็นว่าควรจะต้องแสดงขั้นตอนการสร้างเป็นหัวข้อตามลำดับดังนี้

2.1.1 เชื่อมฐานรองรับหรือคานรองรับลูกกลิ้งซึ่งมีความกว้าง 150 เซนติเมตร ความยาว 300 เซนติเมตร และความสูง 180 เซนติเมตร และ 120 เซนติเมตร

2.1.2 ตัดลูกกลิ้งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง10.50 เซนติเมตร จำนวน 6 ตัว และติดตั้งเฟืองตรงและโรลลิ่งแบริ่งซึ่งจะเห็นได้จาการคำนวณภาคผนวก ก.

2.1.3 วัดขนาดความหนาของตัวกุ้งกุลาดำทั้ง 4 ขนาด ด้วยเวอร์เนียเพื่อจะมาปรับขนาดช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งกับพื้นเอียง

2.1.4 ติดตั้งลูกกลิ้งทั้ง 6 ตัว พร้อมปรับขนาดระหว่างลูกกลิ้งกับพื้นเอียง

2.1.5 ติดตั้งมอเตอร์และเฟืองตัวหนอนทรงกระบอกกับลูกกลิ้งทั้ง 6 ตัว

2.1.6 ติดตั้งฝาครอบของเครื่องเพื่อให้ดูสวยงาม

2.1.7 ติดตั้งแผงสวิทช์ไฟฟ้าเพื่อควบคุมมอเตอร์และต่อสายไฟฟ้าให้เครื่องทำงาน

2.2 ทดสอบการทำงานของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำ ว่ามีจุดบกพร่องที่ส่วนใดบ้าง เมื่อพบจุดบกพร่องจะต้องแก้ไขให้เรียบร้อยก่อนส่งอาจารย์และผู้เชี่ยวชาญตรวจเช็คอีกครั้ง

ขั้นตอนที่ 3 เป็นขั้นตอนสร้างเครื่องมือสำหรับการวิจัยเพื่อประเมินรวมไปถึงทดลองหาประสิทธิภาพจริงของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง โดยแยกออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

3.1 สร้างเครื่องมือสำหรับงานวิจัยเพื่อประเมินหาประสิทธิภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างขึ้นโดยสอบถามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญและสำหรับการสร้างแบบประเมินผลออกเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นคำชี้แจงวัตถุประสงค์และการตอบแบบประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง

ตอนที่ 2 เป็นข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้เชี่ยวชาญ

ตอนที่ 3 เป็นแบบประเมินเรื่องลักษณะทางกายภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) กำหนดเป็น 5 ระดับตามวิธีของ ลิเคอร์ท (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 : 117)

5 หมายถึง ผลการประเมินในระดับดีมาก

4 หมายถึง ผลการประเมินในระดับดี

3 หมายถึง ผลการประเมินในระดับพอใช้

2 หมายถึง ผลการประเมินในระดับต้องปรับปรุง

1 หมายถึง ผลการประเมินในระดับที่ใช้ไม่ได้

แบบประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำ สามารถแบ่งออก เป็น 3 ด้าน

1. เครื่องสามารถคัดขนาดได้ถูกต้องทั้ง 4 ขนาดเป็นจำนวนไม่น้อยกว่า 250 กิโลกรัมต่อชั่วโมง
2. ความบอบช้ำตัวกุ้งกุลาดำต่ำ
3. ความเร็วในการคัดขนาดกุ้งกุลาดำ

ตอนที่ 4 เป็นคำถามปลายเปิดสำหรับผู้เชี่ยวชาญ 2 กลุ่ม ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องกล ผู้เชี่ยวชาญด้านกุ้ง ในการประเมินและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมและเสนอแนะต่าง ๆ

การดำเนินการเก็บข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ

1. ติดต่อผู้เชี่ยวชาญเก็บข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ
2. มอบคู่มือการใช้งานก่อนการดำเนินการทดสอบ
3. แนะนำการใช้งานและให้ผู้เชี่ยวชาญทดลองใช้
4. เมื่อทดลองใช้แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นลงในแบบประเมินความเหมาะสมด้านการใช้งาน

5. นำข้อมูลไปวิเคราะห์ต่อไป

3.2 นำแบบประเมินทางกายภาพของเครื่องมือคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้งให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ประเมินโดยใช้แบบประเมินที่ได้จัดทำขึ้น

2. รายการวัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยด้วยวิธีทดลอง ซึ่งจะต้องใช้วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์ เป็นส่วนใหญ่ ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

2.1 รายการวัสดุ

2.1.1	เหล็กไร้สนิม	ขนาด	∅	10.5 x 3,000 เซนติเมตร จำนวน 6 ท่อน
2.1.2	เหล็กไร้สนิม	ขนาด	∅	6 x 150 เซนติเมตร จำนวน 6 ท่อน
2.1.3	เหล็กไร้สนิม	ขนาด	∅	6 x 120 เซนติเมตร จำนวน 6 ท่อน
2.1.4	เหล็กไร้สนิม	ขนาด	∅	6 x 300 เซนติเมตร จำนวน 6 ท่อน
2.1.5	เหล็กไร้สนิม	ขนาด	∅	6 x 180 เซนติเมตร จำนวน 6 ท่อน
2.1.6	เหล็กไร้สนิม	ขนาด	∅	150 x 200 x 1 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผ่น
2.1.7	เหล็กไร้สนิม	ขนาด	∅	13.72 x 600 เซนติเมตร จำนวน 1 เส้น
2.1.8	โรลลิ่งแบริ่ง	ขนาด	∅	40 x 80 มิลลิเมตร จำนวน 12 ตัว
2.1.9	เฟืองขับตรง ตัว	ขนาด	∅	100 มิลลิเมตร พิตช์ 3 มิลลิเมตร จำนวน 12
2.1.10	สายพานลำเลียง	ขนาด	∅	2,000 x 3,000 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชุด
2.1.11	สายพานลำเลียง	ขนาด	∅	200 x 2,000 มิลลิเมตร จำนวน 4 ชุด

2.2 รายการเครื่องมืออุปกรณ์

1.2.1	เครื่องเชื่อมไฟฟ้าพร้อมอุปกรณ์	จำนวน 1 ชุด
1.2.2	เครื่องมือกลึงพร้อมอุปกรณ์	จำนวน 1 ชุด
1.2.3	สว่านไฟฟ้าพร้อมดอกสว่าน	จำนวน 1 ชุด
1.2.4	เครื่องมือพันเหล็ก	จำนวน 1 ชุด
1.2.5	ไขควง	จำนวน 1 ชุด
1.2.6	เครื่องตัดเหล็ก	จำนวน 1 ชุด
1.2.7	คีมตัดเหล็ก	จำนวน 1 ชุด
1.2.8	ลีเวส	จำนวน 1 ชุด
1.2.9	เวอร์เนีย	จำนวน 1 ชุด
1.2.10	ฟุตเหล็ก	จำนวน 1 ชุด

3. สถานที่และระยะเวลาในการวิจัย

สถานที่สำหรับใช้ในการพัฒนาเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง ผู้วิจัยได้ใช้อาคารวิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ในการสร้างเครื่อง ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยได้ใช้เวลารวมระยะเวลา 3 เดือน

3.1 รวบรวมข้อมูลและศึกษาปัญหาเพื่อการออกแบบเบื้องต้น

3.2 ออกแบบและเขียนแบบพร้อมกำหนดรายละเอียด

3.3 สร้างเครื่องมือตามแบบ

3.4 ทดลองใช้งานและแก้ไขปรับปรุง

3.5 นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาทดลองใช้งาน

3.6 ทดลองใช้จริงและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้งจากผู้ประกอบธุรกิจการเลี้ยงกุ้งกุลาดำและผู้เชี่ยวชาญ

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำแบบการประเมินผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการใช้งานของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้งทั้ง 2 ด้าน จากผู้เชี่ยวชาญ มาคำนวณด้วยวิธีทางสถิติ ดังนี้

4.1 สถิติที่ใช้ในการคำนวณคะแนน

4.1.1 หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$\sum X$ คือ ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

N คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่างประชากร

4.1.2 หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$SD = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ SD คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มประชากร

X คือ ข้อมูลแต่ละจำนวน

N คือ จำนวนของกลุ่มประชากร

4.1.3 กำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายข้อมูลที่เป็นค่าเฉลี่ยต่าง ๆ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง	แปลความ
4.50 – 5.00	ดีมาก
3.50 – 4.49	ดี
2.50 – 3.49	พอใช้
1.50 – 2.49	ต้องปรับปรุง
1.00 – 1.49	ใช้ไม่ได้

4.1.4 กำหนดเกณฑ์ในการแปลความทางด้านกายภาพดังต่อไปนี้

คะแนน	แปลความ	
5	ดีมาก	= ผ่านเกณฑ์
4	ดี	= ผ่านเกณฑ์
3	พอใช้	= ไม่ผ่านเกณฑ์
2	ต้องปรับปรุง	= ไม่ผ่านเกณฑ์
1	ใช้ไม่ได้	= ไม่ผ่านเกณฑ์

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล จัดกระทำ 2 แบบ ดังนี้

4.1.4.1 เสนอเป็นการบรรยายเกี่ยวกับประสิทธิภาพของเครื่องทั้ง 3 ด้าน ของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำ ตารางแปลความหมายเกี่ยวกับข้อมูลที่เป็นการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำของผู้เชี่ยวชาญ ผู้ประกอบธุรกิจอุตสาหกรรม

4.1.4.2 ส่วนข้อมูลจากคำถามปลายเปิดแสดงความคิดเห็นอิสระ ผู้วิจัยนำคำตอบและข้อเสนอแนะมารวบรวมเรียงลำดับเสนอเป็นข้อ ๆ จากข้อที่มีความถี่ของผู้ตอบมากที่สุดไปจนถึงน้อยที่สุดตามลำดับ

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองตามขั้นตอนซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนที่ 1 การออกแบบส่วนต่างๆ ของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง ขั้นตอนที่ 2 สร้างต้นแบบและทดลองพร้อมทั้งกำไขปรับปรุงเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง ขั้นตอนที่ 3 เป็นขั้นตอนสร้างเครื่องมือสำหรับงานวิจัยและทดลองหาประสิทธิภาพจริงของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง ผู้วิจัยได้ดำเนินการเสร็จทั้ง 3 ขั้นตอนแล้ว และได้นำข้อมูลการประเมินผลของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้งในขั้นตอนที่ 3 มาทำการวิเคราะห์ข้อ ดังต่อไปนี้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง

จากการประเมินประสิทธิภาพและประเมินลักษณะทางกายภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คนคือ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเครื่องกล 1 คน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านธุรกิจซื้อกุ้งกุลาดำ 2 คน โดยประเมินเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้งออกเป็น 2 ด้าน ซึ่งประกอบด้วย

1. ด้านประสิทธิภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง
   1.1 ความสามารถในการคัดขนาดกุ้งกุลาดำ
   1.2 ความบอบช้ำของตัวกุ้งกุลาดำ
   1.3 ความรวดเร็วในการคัดขนาดกุ้งกุลาดำ
2. ด้านลักษณะทางกายภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง

การประเมินประสิทธิภาพเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้งเป็นการคัดขนาดทั้ง 3 ครั้ง ดังแสดงในตาราง 24

ตาราง 24 แบบประเมินทางด้านประสิทธิภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง

จำนวนกุ้งกุลาดำที่ใช้ในการทดลอง				ผลการทดลองเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง												
ขนาดกุ้งกุลาดำ (ตัว / กก.)				ความผิดพลาด (ตัว)					ความบอบช้ำของกุ้งกุลาดำ (ตัว)				ความเร็วในการคัดขนาด (นาที)			
ขนาด	จำนวน (ตัว)	น้ำหนักกุ้งกุลาดำ (กรัม)	นำกุ้งกุลาดำเข้าเครื่องคัดขนาด (กก./ตัว)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	รวม เฉลี่ย $\bar{X}$	ร้อยละของความผิดพลาด	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	รวม เฉลี่ย $\bar{X}$	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	รวม เฉลี่ย $\bar{X}$
A	21-25	39.24ขึ้นไป	62.5 / 1563	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
B	26-30	39.23-32.54	62.5 / 1874	2	1	2	1.66	0.020	-	-	-	-				
C	361-35	32.53-27.98	62.5 / 2187	3	1	2	2.00	0.024	-	-	-	-	16	17	16	16.33
D	36-40	27.97-24.70	62.5 / 2500	1	2	1	1.33	0.016	-	-	-	-				
รวม	-	-	250 /8126	6	4	5	5	0.061	-	-	-	-	16	17	16	16.33

จากตาราง 24 สามารถวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้งได้ผลดังนี้ จากการที่มีการทดลองประสิทธิภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้งได้ทั้งหมด 3 ครั้ง โดยมีความผิดพลาดน้อย โดยมีความผิดลพลาดร้อยละ 0.061 ของความผิดพลาดทั้งหมดซึ่งแยกเป็นกุ้งกุลาดำขนาด A ไม่มีความผิดพลาด กุ้งกุลาดำขนาด B ผิดพลาดร้อยละ 0.020 กุ้งกุลาดำขนาด C ผิดพลาดร้อยละ0.024 และกุ้งกุลาดำขนาด D ผิดพลาดร้อยละ 0.061 ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่าเครื่องสามารถคัดแยกกุ้งกุลาดำได้ตามที่ต้องการอย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนความบอบช้ำในตัวกุ้งกุลาดำพบว่าไม่มีความบอบช้ำในตัวกุ้งกุลาดำ ซึ่งจะเห็นได้จากการทดลองทั้ง 3 ครั้ง ความเร็วในการคัดขนาดกุ้งกุลาดำโดยใช้เวลาในการคัดขนาดกุ้งกุลาดำเฉลี่ยแต่ละครั้งเพียง 16.33 นาที ซึ่งใช้กุ้งกุลาดำ 250 กิโลกรัม ถ้าคิดใน 1 ชั่วโมง เครื่องสามารถคัดแยกขนาดได้ถึง 800 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

การประเมินลักษณะทางกายภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง

ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้งจะแสดงในตาราง 25

ตาราง 25 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง

ลักษณะทางกายภาพ	$\bar{X}$	SD	แปลความ
1.1 ความกระทัดรัดของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำ	4	0.00	ดี
1.2 ชิ้นส่วนทุกชิ้นออกแบบให้มีรูปร่างลักษณะที่สามารถแยกชิ้นส่วนและประกอบได้	4.3	0.40	ดี
1.3 ชิ้นส่วนถูกออกแบบและสร้างให้มีความแข็งแรงและปลอดภัยในการใช้งาน	4.6	0.54	ดีมาก
1.4 ออกแบบได้เหมาะสม	4.6	0.54	ดีมาก
1.5 การทำงานของชิ้นส่วนต่างๆ มีความสัมพันธ์กัน	4.6	0.54	ดีมาก
1.6 เคลื่อนย้ายไปใช้ในหน่วยงานได้สะดวกในที่ต้องการได้	4	0.00	ดี
1.7 ผู้ปฏิบัติงาน 1 หรือ 2 สามารถปฏิบัติงานได้	5	0.00	ดีมาก
1.8 นำไปใช้ในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก	5	0.00	ดีมาก
1.9 การบำรุงรักษาทำได้สะดวก	5	0.00	ดีมาก
รวม	4.56	0.22	ดีมาก

จากตาราง 25 สามารถวิเคราะห์ทางกายภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำ มีดังนี้ ค่าเฉลี่ยรวมของลักษณะทางกายภาพ $\bar{X}$ = 4.56 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก โดยมีรายละเอียดดังนี้ การบำรุงรักษาได้สะดวกอยู่ในเกณฑ์ดีมากคือ $\bar{X}$ = 5.00 การนำไปใช้ในอุตสาหกรรมขนาดเล็กดีมาก $\bar{X}$ = 5.00 ส่วนการทำงานของชิ้นส่วนต่างๆ มีความสัมพันธ์กันในการทำงานอยู่ในเกณฑ์ดีมากคือ $\bar{X}$ = 4.60 การออกแบบได้เหมาะสมและชิ้นส่วนถูกออกแบบและสร้างให้มีความแข็งแรงและปลอดภัยในการใช้งานอยู่ในเกณฑ์ดีมากคือ $\bar{X}$ = 4.60 ชิ้นส่วนทุกชิ้นออกแบบให้มีรูปร่างลักษณะที่สามารถแยกชิ้นส่วนและประกอบได้อยู่ในเกณฑ์ดีและเคลื่อนย้ายไปใช้ในหน่วยงานได้สะดวกในที่ต้องการและความกระทัดรัดของคัดขนาดกุ้งกุลาดำอยู่ในเกณฑ์ดีคือ$\bar{X}$ = 4.0

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

สำหรับข้อมูลคำถามปลายเปิด เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระเกี่ยวกับประสิทธิภาพของเครื่องคัดนาดกุ้งกุลาดำ ผู้วิจัยได้รวบรวมแนวคิดและข้เสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญนำเสนอในตารางดังนี้

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ	จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่แสดงความคิดเห็น
1. การเคลื่อนย้ายยังมีความลำบากซึ่งค่อนข้างหนัก	1
2. เวลาเดินเครื่องยังมีเสียงดังอยู่บ้าง	2
3. ควรจะมีสายพานลำเลียงข้างใต้รองรับตัวกุ้งกุลาดำ เวลาแยกเสร็จ	1
4. ความกระทัดรัดของเครื่องยังไม่มากพอ	1
5. การออกแบบชิ้นส่วนต่างๆต้องคำนึงถึงวัสดุที่จะต้องไม่ก่อให้เกิดสนิม	1

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยออกแบบพัฒนาเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง และทดสอบหาประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านเครื่องกล และผู้ประกอบการธุรกิจการค้ากุ้งกุลาดำ รวมทั้งสิ้น 3 คน เป็นผู้ประเมินประสทธิภาพเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง

จุดมุ่งหมายการวิจัย

1. ออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง
2. ศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำตามมาตรฐานของบริษัทเจริญโภคภัณฑ์

ความสำคัญของการวิจัย

ได้เครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้งเป็นเครื่องต้นแบบ สำหรับธุรกิจอุตสาหกรรมกุ้งกุลาดำ

สมมติฐานการวิจัย

เครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นสามารถใช้คัดขนาดกุ้งกุลาดำตามมาตรฐานของบริษัทเจริญโภคภัณฑ์ได้ประสิทธิภาพดังนี้

1. ด้านประสิทธิภาพ
   1.1 สามารถคัดขนาดกุ้งกุลาดำได้ถูกต้องทั้ง 4 ขนาด
   1.2 สามารถคัดได้เร็วไม่น้อยกว่า 250 กิโลกรัมต่อชั่วโมง
   1.3 ความบอบช้ำของตัวกุ้งกุลาดำอยู่ในระดับต่ำ
2. ด้านลักษณะทางกายภาพ

การดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งกระบวนการวิจัยออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ประกอบด้วยศึกษาปัญหา การศึกษารายละเอียดกับวิธีการคัดขนาดกุ้งกุลาดำ ทั้งครัวเรือน โรงงานอุตสาหกรรม เอกสารตำรา ศึกษาคุณสมบัติส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องจักรกล และการออกแบบเครื่องจักรกลพร้อมเขียนแบบเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง

ขั้นตอนที่ 2 ประกอบด้วย สร้างส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง และนำมาประกอบเข้าด้วยกันเป็นต้นแบบ ผู้วิจัยได้นำเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้งที่เป็นต้นแบบมาทำการทดสอบเพื่อปรับปรุงส่วนต่างๆ

ขั้นตอนที่ 3 ประกอบด้วยการสร้างเครื่องมือสำหรับการวิจัยเพื่อประเมินประสิทธิภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำ โดยสอบถามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง โดยได้แนวคิดจากเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำที่ใช้ระบบสั่นสะเทือนซึ่งจากการศึกษาเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำที่เป็นระบบสั่นสะเทือนนี้ยังมี

ข้อเสียที่ต้องปรับปรุงเพิ่มเติมคือ ระบบสั่นสะเทือนสามารถคัดขนาดกุ้งกุลาดำได้ 250 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบสั่นสะเทือนทำให้กุ้งกุลาดำถูกกระทบกระแทกเกิดความบอบช้ำกับตัวกุ้งมากเกินไป ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้หาแนวทางที่จะพัฒนาเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้งโดยใช้หลักการออกแบบทางด้านวิศวกรรมและพัฒนาจากระบบสั่นสะเทือนมาเป็นระบบลูกกลิ้งโดยใช้ลูกกลิ้งทั้งหมด 6 ลูก 3 ช่อง คัดขนาดใช้มอเตอร์ขนาด $^1/_2$ แรงม้า พร้อมมีสายพานลำเรียงกุ้งกุลาดำขึ้นโดยใช้มอเตอร์ $^1/_2$ เป็นตัวขับสายพานลำเลียงจะเห็นได้จากภาคผนวก ก.

ผลจากการทดลองเครื่องขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้งด้านประสิทธิภาพมีดังนี้

ด้านประสิทธิภาพ มีดังนี้

กุ้งกุลาดำ A จำนวน 21-25 ตัว ไม่พบความผิดพลาดและความบอบช้ำของตัวกุ้งกุลาดำ

กุ้งกุลาดำ B จำนวน 26-30 ตัว ความผิดพลาดร้อยละ 0.88 ไม่พบความบอบช้ำในตัวกุ้งกุลาดำ

กุ้งกุลาดำ C จำนวน 31-35 ตัว ความผิดพลาดร้อยละ 0.91 ไม่พบความบอบช้ำในตัวกุ้งกุลาดำ

กุ้งกุลาดำ D จำนวน 36-40 ตัว ความผิดพลาดร้อยละ 0.53 ความบอบช้ำของตัวกุ้งกุลาดำไม่มี

ดังนั้นเมื่อรวมความผิดพลาดทั้ง 4 ขนาดของกุ้งกุลาดำจะมีความผิดพลาดร้อยละ 0.61 ความบอบช้ำของตัวกุ้งกุลาดำไม่มีปรากฏให้เห็น ความรวดเร็วในการคัดขนาดของกุ้งกุลาดำ 250 กิโลกรัมใช้เวลา 16.33 นาที

ผลลักษณะทางกายภาพโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน 3 คน คือ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเครื่องกล 1 คน ผู้เชี่ยวชาญทางด้านธุรกิจค้ากุ้งกุลาดำ 2 คน ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน มีดังนี้

1.1 ความกระทัดรัดของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำอยู่ในเกณฑ์ดี คือ $\overline{X}$ = 4.00

1.2 ชิ้นส่วนทุกชิ้นออกแบบให้มีรูปร่างลักษณะสามารถแยกชิ้นส่วนได้อยู่ในเกณฑ์ดี คือ $\overline{X}$ = 4.30

1.3 ชิ้นส่วนถูกออกแบบให้มีความแข็งแรงและปลอดภัยในการใช้งานอยู่ในเกณฑ์ดีมากคือ $\overline{X}$ = 4.00

1.4 ออกแบบได้เหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ดีมากคือ $\overline{X}$ = 4.60

1.5 การทำงานของชิ้นส่วนมีความสัมพันธ์กันอยู่ในเกณฑ์ดีมาก คือ $\overline{X}$ = 4.60

1.6 เคลื่อนย้ายไปใช้ในหน่วยงานได้สะดวกในที่ต้องการอยู่เกณฑ์ดี คือ $\overline{X}$ = 4.00

1.7 ผู้ปฏิบัติงาน 1 หรือ 2 คน สามารถปฏิบัติงานอยู่ในเกณฑ์ดีมาก คือ $\overline{X}$ = 5.00

1.8 นำไปใช้ในอุตสาหกรรมขนาดเล็กอยู่ในเกณฑ์ดีมาก คือ $\overline{X}$ = 5.00

1.9 การบำรุงรักษาทำได้สะดวกอยู่ในเกณฑ์ดีมาก คือ $\overline{X}$ = 5.00

จากการประเมินผลของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน สามารถวิเคราะห์ผลทางลักษณะทางกายภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำอยู่ในเกณฑ์รวมดีมาก คือ $\overline{X}$ = 4.56

อภิปรายผล

1. ผลการทดลองทางด้านประสิทธิภาพ

1.1 ความสามารถในการคัดขนาดกุ้งกุลาดำได้ถูกต้องร้อยละ 100 ของกุ้ง ขนาด A และในส่วนของกุ้งขนาดอื่นๆ มีความผิดพลาดน้อยมาก ซึ่งเป็นเพราะว่า ความเร็วของลูกกลิ้งมีความพอดีกับการคัดขนาดของกุ้งลูกกลิ้งมีความลื่นโดยการหล่อเลี้ยงของน้ำตลอด และช่องการคัดขนาดทั้ง 3 ช่องที่ติดตั้งไว้เหมาะสมกับลำตัวของกุ้งกุลาดำ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ บัณฑิต วิริโมภาส, ทศพร นิทัศน์วรกุล, อารีย์ เลิศธิรพันธ์ (2542) ซึ่งได้ศึกษาคุณภาพการคัดขนาดสัมเขียวหวานไทยด้วยวิธีแผนที่คัดขนาดสามารถคัดได้รวดเร็วและสะดวกยิ่งขึ้น

1.2 ความสามารถในการคัดขนาดได้รวดเร็วโดยใช้เวลา 16-33 นาที สามารคัดกุ้งกุลาดำ ได้ 250 กิโลกรัม เป็นเพราะว่าการตักกุ้งกุลาดำแต่ละครั้งมีความพอดีกับลูกกลิ้งที่คัดขนาดทำให้กุ้งไหลได้เร็วขึ้นกว่าปกติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศราภรณ์ ผลัดศรี, ภิภพ วสะหลาย และธาราจันทร์ ฉันทนา (2536) ซึ่งทำวิจัยเรื่องการคัดขนาดกุ้งแบบสั่นสะเทือนสามารถที่จะเพิ่มความเร็วได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 ความบอบช้ำของตัวกุ้งกุลาซึ่งไม่มีความบอบช้ำเกิดขึ้นเนื่องจากการหมุนของลูกกลิ้งส่วนทางกับตัวกุ้งที่ลงในช่องคัดทำให้กุ้งไม่ถูกกระทบมากและลูกกลิ้งยังมีน้ำหล่อเลี้ยงตลอดทำให้กุ้งไม่เกิดความบอบช้ำ ซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยแบบระบบสั่นสะเทือนของ ศราภรณ์ ผลัดศรี, ภิภพ วสะหลาย และธาราจันทร์ ฉันทนา (2536) ที่มีความบอบช้ำมากกว่า

2. ด้านลักษณะทางกายภาพ

โดยเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ดีมาก และมีบางส่วนที่ต้องปรับปรุงได้แก่ด้าน การเคลื่อนย้ายไปใช้ในหน่วยงานอื่นที่ยังค่อนข้างหนักการออกแบบชิ้นส่วนให้แยกประกอบได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิชา หมั่นทำการ. (2533) เรื่องการทดลองสร้างเครื่องคัดขนาดกุ้ง ซึ่งลักษณะทางกายภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก และตัวเครื่องยังค่อนข้างหนัก

ข้อเสนอแนะ

1. ในการคัดขนาดกุ้งกุลาดำเครื่องยังมีการคัดขนาดยังมีความผิดพลาดอยู่บ้าง ซึ่งเกิดขึ้นจากร่องลูกกลิ้งที่มีขนาดเล็กเวลากุ้งตกมาก ๆ ทำให้กุ้งตกจากร่องลูกกลิ้งได้จึงทำให้เกิดความผิดพลาด ดังนั้นควรจะทำให้ลูกใหญ่กว่าที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

2. ด้านลักษณะทางกายภาพยังมีข้อที่ต้องปรับปรุง คือ การเคลื่อนย้ายไปใช้ในหน่วยงานอื่นยังค่อนข้างหนัก ซึ่งเกิดขึ้นจากเหล็กที่ใช้เป็นฉากบางส่วน ซึ่งเป็นส่วนของโครงเครื่อง ซึ่งมีน้ำหนักมากจึงจำเป็นต้องใช้หลักที่มีน้ำหนักเบาและทนแรงได้ดี เช่น เหล็กไร้สนิม

ข้อเสนอแนะทั่วไป

ซึ่งพบว่า

1. เครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำ พบว่ามีเสียงดังเวลาใช้งาน เนื่องจากเฟืองของลูกกลิ้ง ดังนั้นในโอกาสต่อไปควรจะทำเป็นกล่องเพื่อใส่น้ำมันหล่อลื่นไว้จะทำไม่ให้เกิดเสียงดัง

2. ระบบน้ำไม่ใช้น้ำเวียนในการปรับปรุงครั้งต่อไป ควรจะมีถาดรองรับน้ำและมีปั๊มดูดน้ำจากถาดไปล่อเลี้ยงลูกกลิ้งอีกครั้งเป็นอย่างนี้ไปตลอด

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

เครือบริษัท แอควาสตาร์ จำกัด. (2540). *การเลี้ยงกุ้งกุลาดำ* ; 8-9.

บริษัทเจริญโภคภัณฑ์อาหารสัตว์ จำกัด.(2544). *คู่มือฝึกอบรมการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ*; 73.

ณรงค์ เส็งประชา. (2540) *เทคโนโลยีเหมาะสมกับการดำรงชีวิตในท้องถิ่น.* กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

บัณฑิต จริโมภาส ทศพร นิทัศน์กรกุล และอารีย์ เลิศจีรพันธ์. (2542). *การประเมินคุณภาพการคัดขนาดส้มเขียวหวานไทยด้านวิธีแทนที่คัดขนาด.* วราสารวิชาการเกษตรปีที่ (3). 276-283.

บัญชา ธนบดญสมบัติ. (2542). *การออกแบบทางวิศวกรรมการเลือกใช้วัสดุและกรรมวิธีการผลิต.* กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

บริษัทเจริญโภคภัณฑ์. (2543). *ผลผลิตการเลี้ยงกุ้งทั่วโลกปีที่140* ; 1-2.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์.* กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

มานพ ตันตระบัณฑิตย์. (2540). *การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกลฯ.* กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

วริสิทธิ์ อึ้งภาภรณ์ และชาญ ถนัดงาน.(2536). *การออกแบบเครื่องกล1.* กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด.

วัชกุล กุลดิลก และอดิศร อินจันทร์. (2540). *ศึกษาออกแบบเครื่องคัดความยาวผักกระเจี๊ยบเขียว.* นครปฐม : วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กำแพงแสน.

วิชา หมั่นทำการ. (2533). *เครื่องคัดขนาดกุ้ง.* วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตร กำแพงแสน.

ศราภรณ์ ผลัดศรี พิภพ วสะหลาย และธราจันทร์ ฉันทนา. (2536). *เครื่องคัดขนาดกุ้งแบบสั่นสะเทือน.* กรุงเทพฯ : วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง.

สมยศ วันเกษม. (2533). *ออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล.* กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

สวิศักดิ์ ปโยธรสริ. (2539). *กองวัสดุฯ.* กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2540). *สถิติการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลปี 2540.* กรุงเทพฯ : กรมประมง.

วราสารเครือเจริญโภคภัณฑ์ปีที่142. (2543). *สรุปสภาพการณ์การเลี้ยงกุ้งไทยปีการผลิต2543.* ; 3-4.

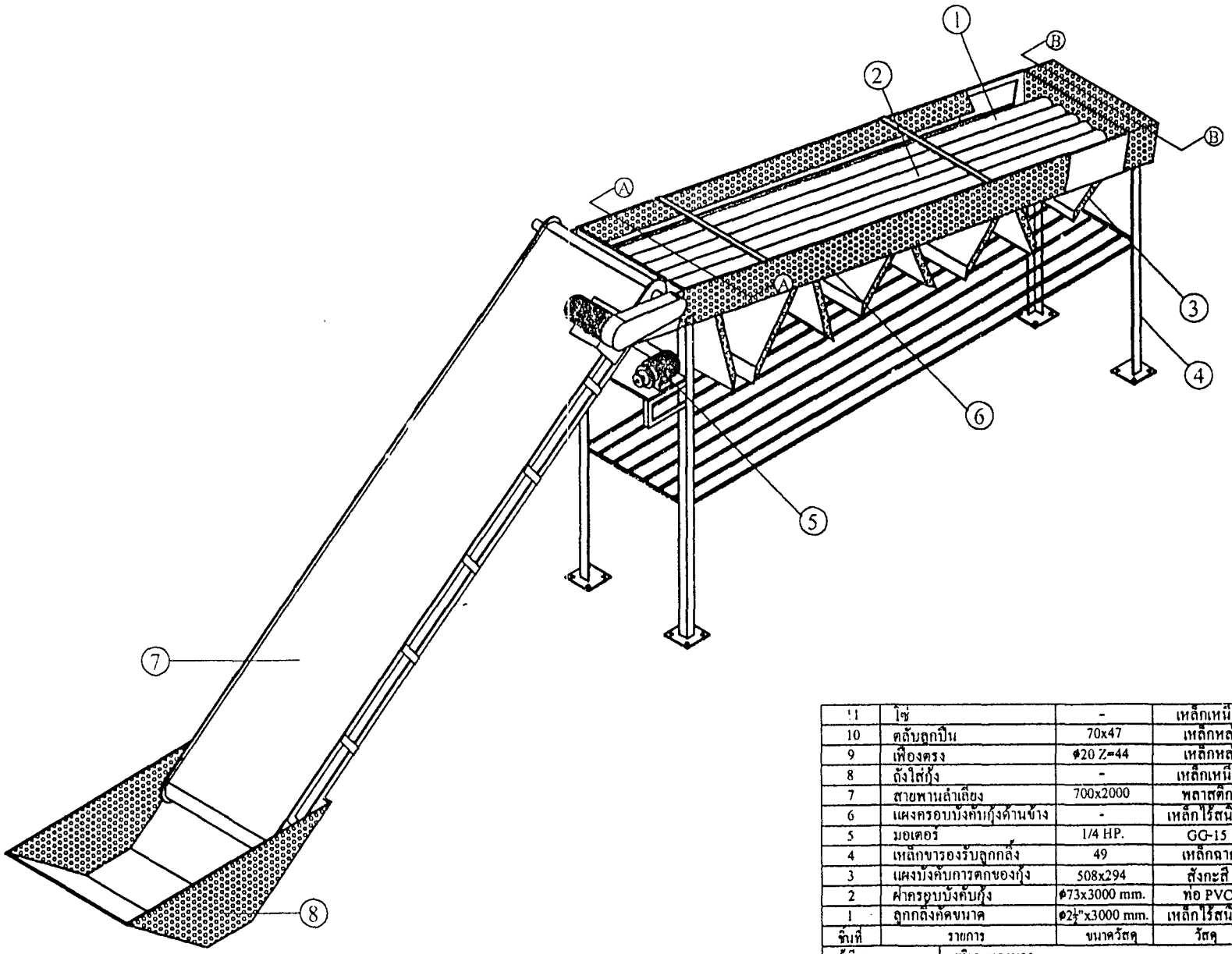
น้ำเพ็ญ เปมะวิภาต และบุญชัย ธารพานิช. (2540). *เครื่องคัดแยกความหนาแผ่นผลไม้.* นครปฐม : วิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน.

วราสารเครือเจริญโภคภัณฑ์. (2540). *การผลิตและการแปรรูปกุ้งกุลาดำเพื่อการส่งออกของบริษัทเจริญโภคภัณฑ์ปีที่ 107* ; 4-5.

วราสาร Laitram Machincy. (2543). Laitram Machinere,inc.

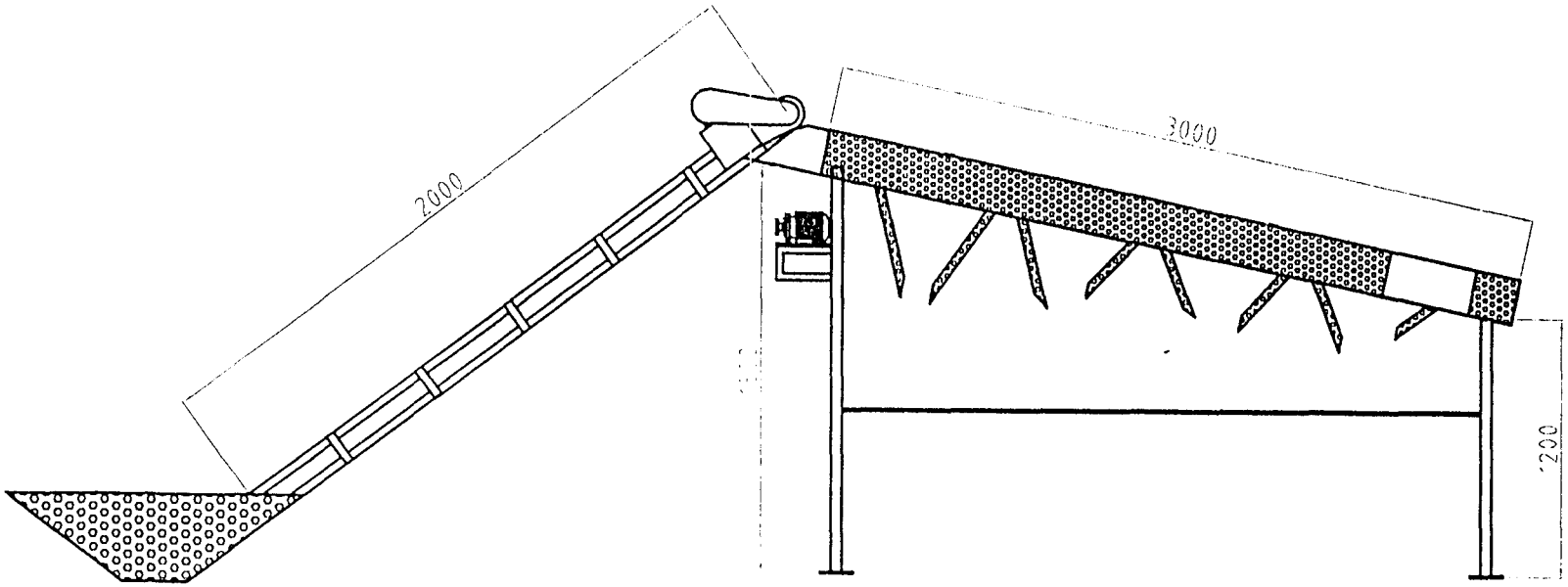
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ส่วนประกอบของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำ

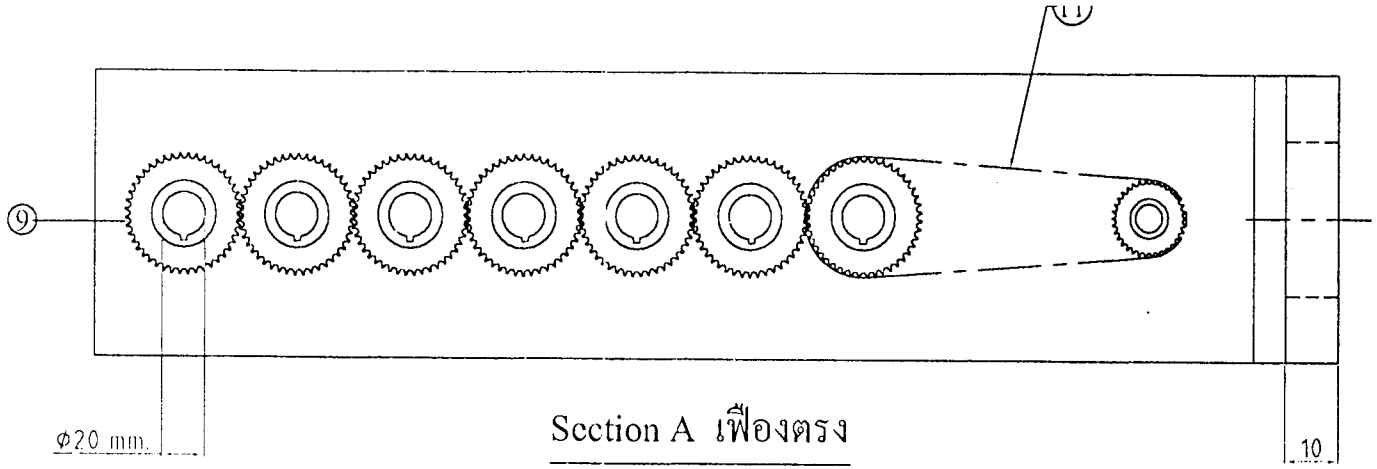


ที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
11	โซ่	-	เหล็กเหนียว		1
10	ตลับลูกปืน	70x47	เหล็กหล่อ		6
9	เฟืองตรง	ϕ20 Z=44	เหล็กหล่อ		6
8	ถังใส่กุ้ง	-	เหล็กเหนียว		1
7	สายพานลำเลียง	700x2000	พลาสติก		1
6	แผงครอบบังคับกุ้งด้านข้าง	-	เหล็กไร้สนิม		3
5	มอเตอร์	1/4 HP.	GG-15		2
4	เหล็กขารองรับลูกกลิ้ง	49	เหล็กฉาก		1
3	แผงบังคับการตกของกุ้ง	508x294	สังกะสี		7
2	ฝาครอบบังคับกุ้ง	ϕ73x3000 mm.	ท่อ PVC		2
1	ลูกกลิ้งคัดขนาด	ϕ2½"x3000 mm.	เหล็กไร้สนิม		6

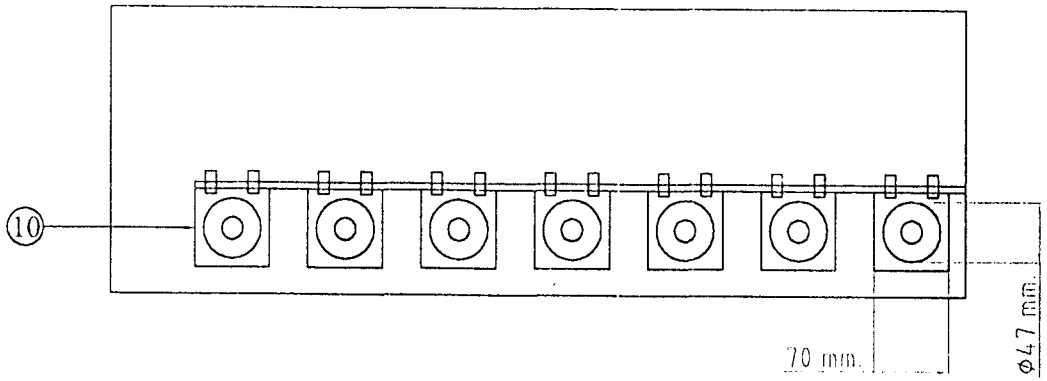
ผู้เขียน	สุวิยา ทองนวล	มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ
ผู้ตรวจ		
ผู้ออกแบบ	สุวิยา ทองนวล	
มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน เครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง	หมายเลขแบบ



	ภาพด้านเครื่องคัดขนาดกุ้ง			3	
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	สุวิยา ทองนวล			มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ	
ผู้ตรวจ					
ผู้อนุมัติ	สุวิยา ทองนวล				
มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน เครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง			หมายเลขแบบ	

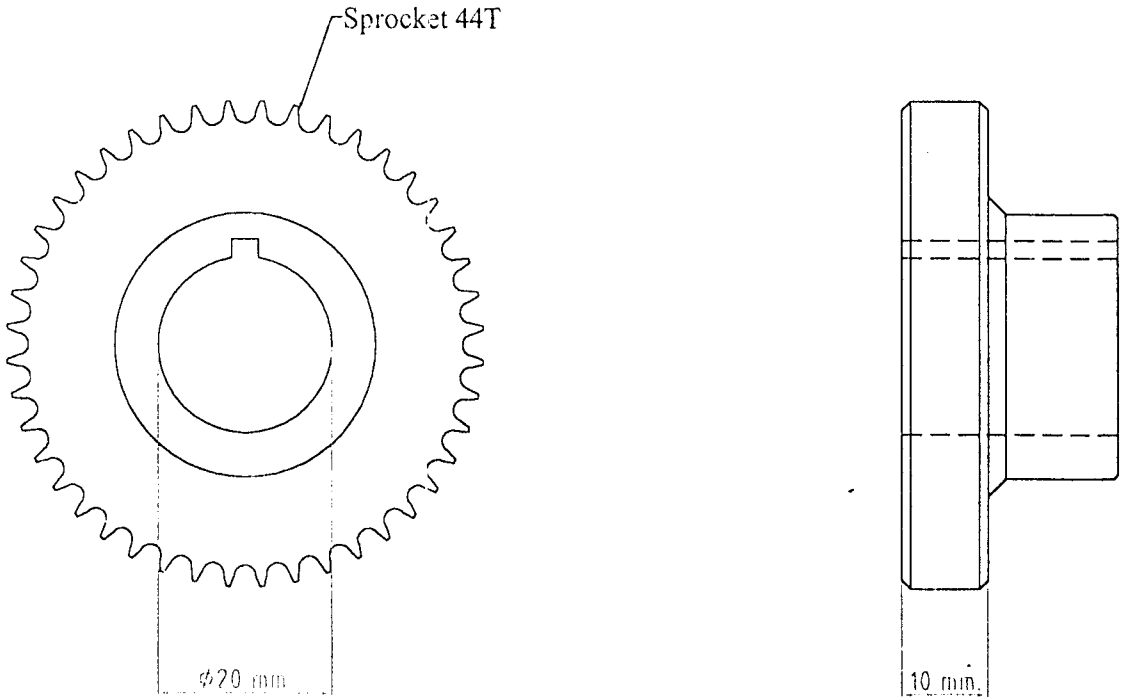


Section A เฟืองตรง

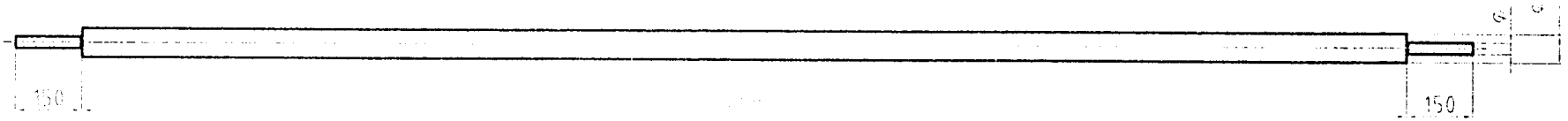


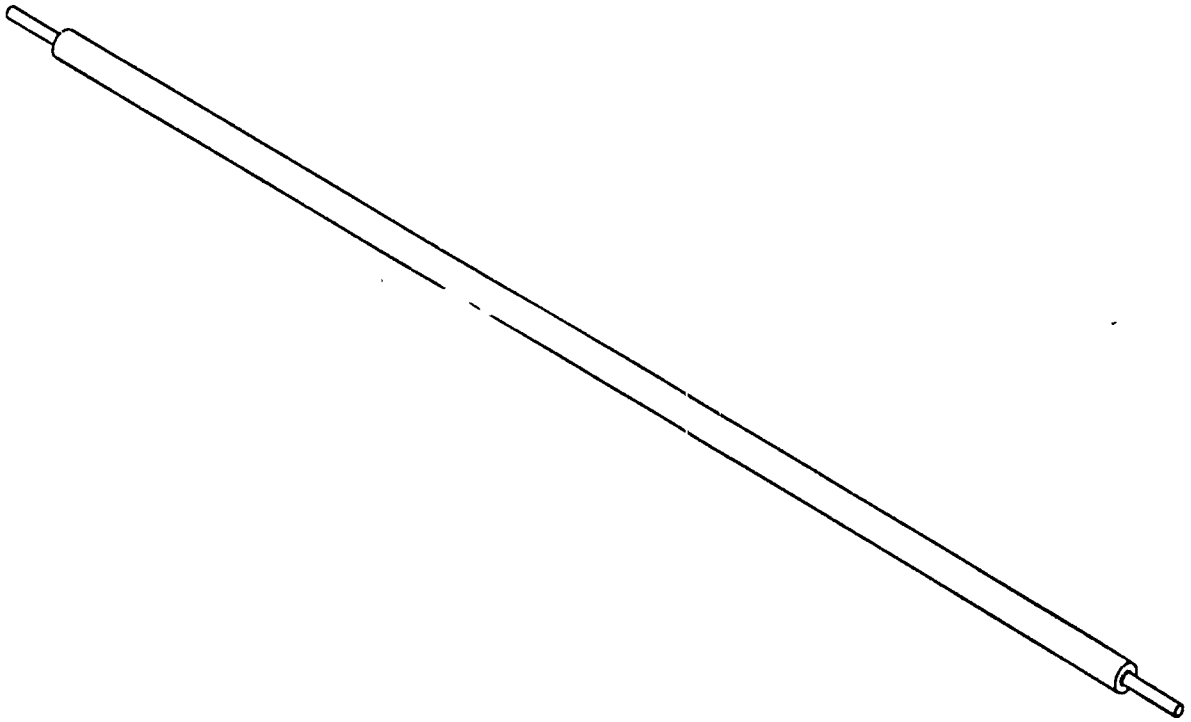
Section B ตลับลูกปืน

	การติดตั้งอุปกรณ์	-	-	2	-
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	สุริยา ทองนวล			มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ	
ผู้ตรวจ					
ผู้ออกแบบ	สุริยา ทองนวล				
มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน เครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง			หมายเลขแบบ	



9	เฟืองตรง	ϕ 20 mm. Z=44T	เหล็กเหนียว	5	6
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	สุริยา ทองนวล			มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ	
ผู้ตรวจ					
ผู้ออกแบบ	สุริยา ทองนวล				
มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน เครื่องกัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง			หมายเลขแบบ	





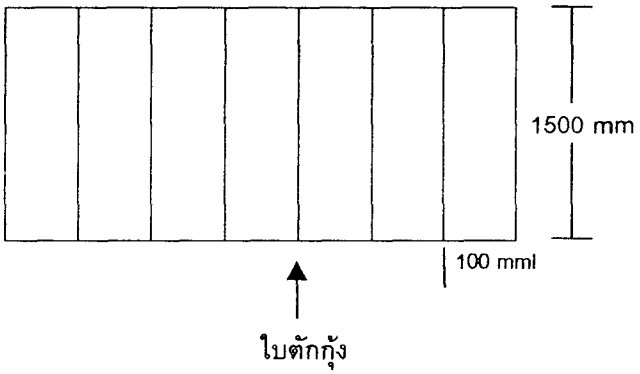
1	ลูกกลิ้งคัดขนาด	ø 24"x3000 mm.	เหล็กไร้สนิม	4	6
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	สุริยา ทองนวล			มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ	
ผู้ตรวจ					
ผู้ออกแบบ	สุริยา ทองนวล				
มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน เครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง			หมายเลขแบบ	

การคำนวณส่วนต่าง ๆ ของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำ

ข้อกำหนดมีดังนี้

- กำหนดให้ลูกกลิ้งคัดขนาดทำจากท่อกลมไร้สนิม นัมเบอร์ AISI 304 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4" หนา 3 มิลลิเมตร ยาว 3 เมตร น้ำหนัก 5.81 กิโลกรัม
- กำหนดให้ลูกกลิ้งหมุน 50 รอบ/นาที
- กำหนดให้มอเตอร์ใช้ขับลูกกลิ้ง 381 วัตต์ 1,450 รอบ/นาที
- 0กำหนดให้มุมการวางลูกกลิ้ง 75 °
- กำหนดสายพานลำเลียงกุ้งเลือกใช้เป็นพลาสติก เพราะทนต่อการกัดกร่อน สะอาด เป็นไปตามมาตรฐานอุตสาหกรรมอาหาร ขนาด 1,500 มิลลิเมตร ระยะห่างระหว่างใบ 100 มิลลิเมตร สามารถในการดักกุ้งได้แถวละ 0.5 กิโลกรัมต่อ 1 ครั้ง

1. สายพานลำเลียงกุ้ง



ภาพประกอบ 29 ขนาดสายพานลำเลียง

สายพานตักกุ้ง 1 ครั้ง สามารถตักกุ้งได้ 0.5 กิโลกรัม (จากการทดลองจริง) ต้องการตักกุ้งให้ได้ 250 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ดังนั้นต้องตัก $\frac{250}{0.5} = 500$ ครั้ง/ชั่วโมง

กำหนดให้ใช้มอเตอร์ขนาด 1 Kw

$$T = \frac{1000 \times 103}{2x3.14 \times \frac{500}{60}}$$

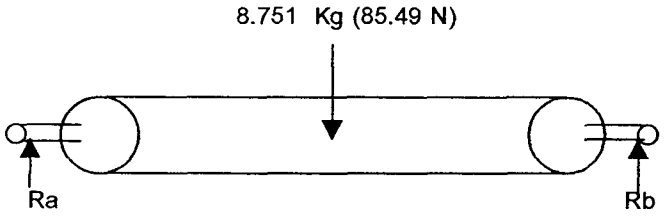
$$= 19108.28 \text{ N-MN}$$

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพลาที่ใช้ขับสายพาน

$$d = \sqrt[3]{\frac{19108.28}{0.2 \times 860}}$$

= 4.8 MM

น้ำหนักท่อ AISI 304 $\varnothing$ 4" หนา 3 mm น้ำหนัก 5.81 กิโลกรัม ท่อยาว 1.5 m หนัก 8.715 กิโลกรัม หรือ 85.49 นิวตัน



ภาพประกอบ 30 ขนาดท่อที่ใช้ขับสายพานตักกุ้ง

กำหนด น้ำหนักกุ้งบนสายพาน 50 Kg (490.5 N)

ดังนั้น Ra = Rb $= \frac{490.5 + 85.49}{2}$

= 287.995 N

หาโมเมนต์บิด $Mb, rcd = \sqrt{Mb^2 + 0.75(\partial 0.T)^2}$

$= \sqrt{18.665 \times 10^{10} + 0.75(0.7 \times 19108.28)^2}$

= 1236307.77 N.MM

$\sigma b.$ allow $= \frac{\sigma bFat.Cd.Cs}{\beta.s}$

$= \frac{860 N/MM2 \times 1 \times 0.9}{2}$

= 387 N-MM^2

ดังนั้นขนาดเพลาที่แท้จริง $d = \sqrt{\frac{1236307.77}{0.1 \times 387}}$

= 31.73 MM

เลือกใช้เพลาขนาด = 35 MM (จากตารางเพลา)

รองลื่นสายพานตักกุ้ง

P = Fr Fr = 287.995 N

ค่าความสามารถในการรับภาระ $C = \sqrt[3]{\frac{60 \times 500 \times 50000}{10^6}} \times 287.995 N$

= 5.313 x 287.995

= 1530.201 N

เลือกใช้ลูกปืน Ukp 208 D1 + H2308 ซึ่งรับโหลดได้ 2250 N (จากตารางลูกปืน) สายพานส่งกำลังของมอเตอร์ 1450 รอบ/นาที ทดรอบให้เหลือ 500 รอบ I = 29 : 1 เลือกใช้สายพานลิ่ม SPA C = 1.6 (จากตารางรับภาระโหลด)

P.c = 1000 x 1.6 = Kw

เลือกใช้ล้อสายพานพับขนาด 100 MM ส่วนล้อตาม 2.9 x 100 = 290 MM

กำลัง (P) = 1.6 Kw

กำลังที่สายพานส่งกำลังได้คือ 1.8 Kw จึงใช้สายพานส่งกำลังเส้นเดียว

สรุป ในการเลือกใช้สายพานลำเลียงกุ้งขึ้นจากถังจำเป็นจะต้องใช้สายพานเป็นพลาสติก เนื่องจากสายพานลำเลียงชนิดนี้จะไม่ทำไขมันจากข้างนอกเกาะสายพานได้ ทนต่อการกัดกร่อนของน้ำที่เป็นกรดเป็นด่างได้ดี ทำความสะอาดได้สะดวก จึงดูสะอาดอยู่เสมอ และมีใช้ในงานอุตสาหกรรมอาหารโดยเฉพาะ จึงเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมพลาสติก

2. การคำนวณหาขนาดแรงบิดของลูกกลิ้ง (T)

$$T = \frac{WP}{2\pi n}$$

$$= \frac{381W \times 10^3}{2 \times 3.14 \times \frac{50}{60}}$$

$$= \frac{72765.64}{6}$$

= 12127.60 N.MM

2.3 คำนวณขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลาลูกกลิ้ง

θ	=	ค่าความปลอดภัย	=	2.0
Cs	=	ค่าประกอบผิว	=	0.9
Cd	=	ค่าประกอบขนาด	=	1
$\alpha 0$	=	ลักษณะภาระที่เกิดขึ้น	=	0.7
β	=	ค่าประกอบร่องลิ่ม		

Tallow (AISI 304) $\approx$ 860 N/MM^2

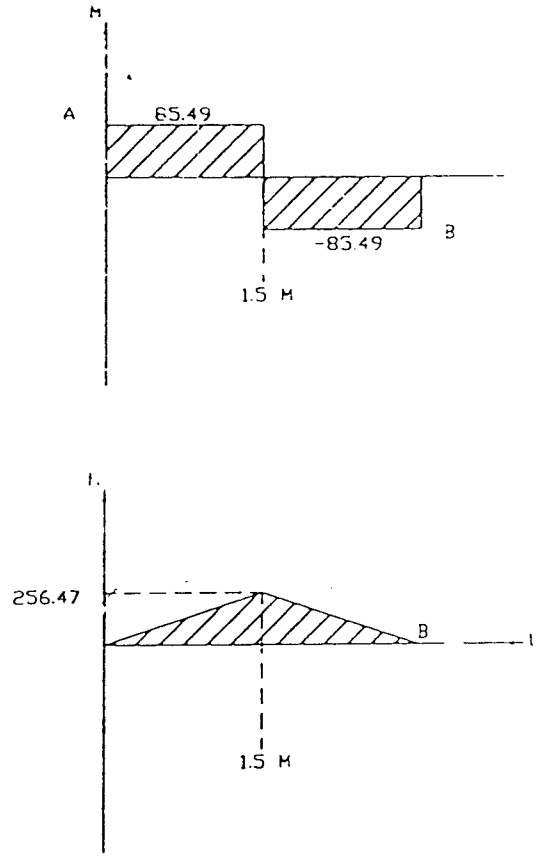
คำนวณขนาดเพลาอย่างหยาบ

จากสูตร $d \approx \sqrt[3]{\frac{T}{0.2.Tallow}}$

$d \approx \sqrt[3]{\frac{T}{0.2.Tallow}}$

$d \approx$ 4.13 MM

สรุป เพลาขนาด 4.13 MM สามารถที่จะขับแรงบิด 12127.60 N ให้หมุนได้ คำนวณขนาดเพลาอย่างละเอียด โดยกำหนดขนาดของลูกกลิ้งจริง น้ำหนักของท่อ AISI 304 ∅ 4" หนา 3 MM ลูกกลิ้งยาว 3 M $\approx$ 5.81 Kg/M. W = 5.81 x 3 = 17.43 Kg = 170.98 N.



ภาพประกอบ 31 Free body diagram ลูกกลิ้ง

ดังนั้นโมเมนต์ดัดของลูกกลิ้ง 85.49 x 3 = 256.47 N.M หรือ 256470 N.MM.

$$Mb, red = \sqrt{Mb^2 + 00.75(\partial 0.T)^2}$$

$$= \sqrt{Mb^2 + 00.75(\partial 0.T)^2}$$

$$= \sqrt{Mb^2 + 00.75(\partial 0.T)^2}$$

$$= 256425.528 \text{ N.MM}$$

$$\sigma b, allow = \frac{\sigma bFat .C.Cs}{\beta.S}$$

$$= \frac{860 \times 1 \times 0.9}{1 \times 2}$$

$$= 387 \text{ N/MM}^2$$

ขนาดเพลาที่แท้จริงและมีความละเอียด

$$d \approx \sqrt[3]{\frac{Mbired}{0.1\sigma b.allow}}$$

$$d \approx \sqrt[3]{\frac{256425 .528}{0.1.(387)}}$$

$$d \approx 18.78 \text{ MM}$$

ดังนั้นเมื่อนำไปเทียบกับตารางขนาดของเพลาตามมาตรฐาน ISO/R775 - 1969 ได้ขนาด d = 25 MM

จากแบบกำหนดให้ขนาดของลูกกลิ้ง ยาว 8 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง ∅ 4" โดยใช้มอเตอร์เป็นตัวส่งกำลัง (p) 381 W จากการคำนวณแรงบิด (T) ทั้งหมด 72765.64 N.MM ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า แรงขนาด 72765.64 N.MM ใช้มอเตอร์ขนาด 0.5 Hp สามารถขับลูกกลิ้งได้ ส่วนขนาดของเพลาที่ใช้ขับลูกกลิ้งเป็นการส่งกำลังเมื่อคิดคำนวณอย่างหยาบใช้เพลาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 4.13 MM สามารถขับลูกกลิ้งให้หมุนได้โดยที่ไม่มีแรงภายนอกเข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนั้นเมื่อมีขนาดความยาวของลูกกลิ้งเข้ามาเกี่ยวข้อง ยาว 3 เมตร หนา 3 มิลลิเมตร น้ำหนักจากการคำนวณ 5.81 Kg/M จำเป็นต้องหาโมเมนต์ดัดเข้ามาเกี่ยวข้องเมื่อลูกกลิ้งหมุน ซึ่งโมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้น 256,470 N.MM ไปหาขนาดของเพลาที่จะส่งแรงที่แท้

จริงจึงได้เส้นผ่านศูนย์กลางขนาดของเพลา 18.78 MM ดังนั้นจึงนำไปเทียบตารางเพลาที่ใช้ในท้องตลาดจะได้ขนาด 25 MM ตามมาตรฐาน หรือ ¾" เป็นตัวส่งกำลังที่รับเพียงตัวหนอนส่งมาจากมอเตอร์ เหล็กที่ใช้ทำเพลาของลูกกลิ้งใช้เหล็กไร้สนิม นัมเบอร์ (AISI 304) และลูกกลิ้ง และเน้นที่ใช้ในวงการอุตสาหกรรมอาหารซึ่งเป็นข้อกำหนดมาตรฐานอุตสาหกรรม

3. การส่งกำลัง

มอเตอร์ความเร็วรอบ 1450 rpm ทดรอบครั้งแรกด้วยสายพานให้เหลือ 488.338 ด้วยอัตราทด $\frac{n1}{n2} = \frac{1450\ rpm}{483.33\ rpm} = 3:1$ จึงเลือกใช้สายพานลิ่มธรรมดา ตามมาตรฐาน DIN 2215 ชนิดสายพาน OPA โดยใช้ค่าประกอบการทำงาน CC 1.6

ดังนั้น P.C = 381 W x 1.6

= 609.6 W

หรือ = 0.6096 Kw

ควรเลือกใช้ล้อสายพานขับขนาด 95 MM

ล้อสายพานตาม 95 x 3 = 285 MM

กำลังที่สายพานส่งได้ Pom = 2 Kw จึงใช้สายพานเส้นเดียวส่งกำลัง

การส่งกำลังจากมอเตอร์ 0.5 Hp โดยให้เฟืองเกลียวหนอนเป็นตัวถ่ายทอดกำลังไปยับเฟืองของลูกกลิ้งที่ติดอยู่กับเพลา โดยมอเตอร์หมุน 1450 รอบ/นาที ต้องการทดให้เหลือ 483 รอบ/นาที โดยใช้อัตราทดเฟือง 3 : 1 ซึ่งเลือกใช้สายพานลิ่มธรรมดาตามมาตรฐาน DIN 2215 SPA ขนาดล้อสายพานตัวขับ 95 MM และตัวตาม 285 MM กำลังที่ใช้ขับ (P) 0.696 Kw จึงเลือกใช้สายพานเส้นเดียวส่งกำลังและมีขายตามท้องตลาดทั่วไป หาได้ไม่ยากมากนัก

4. เลือกใช้เฟืองเกลียวหนอนในการส่งกำลัง

ใช้เฟืองเกลียวหนอนแบบ ZK เฟืองแบบตรงกลางเว้า

อัตราการทดของชุดเฟือง $I = \frac{483.33}{50}$

= 9.66 : 1

เลือกใช้ Zl = 4 Z_2 = 9.66 x 4

= 38.6 ฟัน

หรือ = 38.6 ฟัน

วัสดุทั้งคู่เลือกใช้ St 60, C-CrSn 12 $\sigma H, lin = 300\ N\text{-}MM^2$

$$a = 16 \times 10^3 \sqrt{\frac{0.381}{50 \times 300^2}}$$

= 70.25 MM

ตามกำหนดมาตรฐาน DIN 323 เป็น a = 71 mm

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตัวหนอน d_{mi} = 0.35 x 71

= 24.25

หรือ ≈ 25 MM

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของเฟืองตัวหนอนโดยประมาณ

dM_2 = $2a - d_{mi}$

= 2(71) – 25

= 117 MM

ขนาดโมดูลของชุดเฟือง M = $\frac{117}{38}$

= 3.08 (เลือกใช้ตามมาตรฐาน 3.15)

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ที่แท้จริง d_z = 3.15 x 38

= 119.7

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางยอดฟันเฟืองหนอน

da_2 = d2 + 2M

= 119.7 – 2(3.75)

= 126 MM

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโนฟัน

dF2 = d2 – 2.5 (M)

= 119.7 – (20.5 x 3.15)

= 111.825 MM

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของตัวหนอนสำหรับระยะห่างระหว่างศูนย์ที่กำหนด a = 71 MM

d_{mi} = 2z – dz = (2 x 71) – 119.7

= 22.3 MM

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางยอดฟันตัวหนอน

dFl = dml – 2.5 M

= 22.3 – (2.5 x 3.15)

= 14.425 MM

ความหนาของเฟืองหนอน b2 = 0.45 (dal + 4M)

= 18.54 MM

กำหนด b2 = 19 MM มุมพิตช์เฉลี่ย

$$\tan_m = \tan\beta = \frac{ZL.M}{dml}$$

$$= \frac{4 \times 3.15}{22.3}$$

ค่าความปลอดภัยของผิวเฟือง

$$S_H = \frac{\sigma H, \lim xZnxZn}{Z_E xZ_P x\sqrt{100xT_2x\frac{C}{a^3}}}$$

$\sigma H, \lim$ = 300 N-MM^2

ZE = 147 N-MM^2

Zp = 2.9

Zh = 0.91 (20,000) ชั่วโมง

Zn = 0.78 (n_2 = 50 rpm)

T2 = T1 M.η = 7.52 x 0.7 x 9.66

= 50.89 N.M

$$T_1 = \frac{P}{2\pi n}$$

$$= \frac{381 \times 10^3}{2\pi \times \frac{483.33}{60}}$$

= 7.527 N.M

$$Sh = \frac{300 \times 0.9 \times 0.78}{147 \times 2.9 \times \sqrt{100 \times \frac{50.89}{7.527}}}$$

= 1.324 > Sh min

ค่าความปลอดภัยต่อการหักที่โคนฟัน

$$Sp = \frac{U \lim n.b2}{Fl\,2.C}$$ Ulim = 115 N/MM^2

$$= \frac{115 \times 19 \times 3.5}{31.44}$$ Ft2 = 31.44 N

= 218.916 > S_F, min

เฟืองสามารถรับภาระได้

แรงในแนวรอบวงของตัวหนอน

$$Fti = \frac{2000T1.C}{dml}$$

$$= \frac{2000 \times 50.89 \times 1.6}{25}$$

= 6513.92 N

แรงในแนวแกนของตัวหนอน

$$Fal = \frac{Ftl}{\tan(r_m + p)}$$

$$= \frac{6513.92}{\tan(29.47)}$$

$$= 11527.393 \text{ N}$$

แรงในแนวแกนของเฟืองหนอน

$$Fa2 = Ftl = 6513.92 \text{ N}$$

แรงในแนวรัศมีของตัวหนอน

$$Frl = \frac{Ft \tan 2n}{\sin(r_m)}$$

$$= \frac{6513.92 \tan 20}{\sin 29.47}$$

$$= 4819.163 \text{ N}$$

ในเกลียวหนอน 1 ชุด จะมีเฟืองหนอน 3 ตัว

แรงที่กระทำต่อลูกปืนตามแนวรัศมี = (4819.163 x 3)

= 14457.48 N

bi ความกว้างตัวหนอน $> 2M\sqrt{Z_2 + 1}$

$$2\ (3.15)\sqrt{38 + 1}$$

= 12.545 MM

ดังนั้นตัวหนอนต้อง > 12.545 MM

ในการส่งกำลังโดยใช้เฟืองตัวหนอนเป็นตัวถ่ายทอดกำลัง ซึ่งถูกเฟืองตัวหนอนหมุนด้วยความเร็ว 483 รอบ/นาที แต่ที่ต้องการใช้งานจริง คือ 50 รอบ/นาที ที่ลูก ni ต้องการในการตัด ดังนั้นจำเป็นจะต้องทดรอบจาดเฟืองตัวหนอนกับเพลาของลูกที่มีเฟืองติดอยู่ ซึ่งใช้อัตราทด $(i) = \frac{483.33}{50} = 9.66$ และเมื่อคำนวณเสียงใช้ฟันเฟืองตัวหนอน 38 ฟัน เลือกใช้วัสดุ st 60 ซึ่งมีความแข็งแรงได้ตามมาตรฐาน DIN 323 และขนาดความโตของเส้นผ่านศูนย์กลางตัวหนอน 25 MM และความโตเส้นผ่านศูนย์กลางฟันเฟืองตัวหนอน 117 MM ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฟืองหนอน 123 MM และเส้นผ่านศูนย์กลางโคนฟัน 111.825 MM และความหนาของเฟือง 18.5 MM และค่าความปลอดภัยของผิวเฟือง 1.324 ซึ่งได้จากการคำนวณ ส่วนค่าความปลอดภัยที่โคนฟัน 31.44 N ในการรับแรงในแนวรอบวงของตัวหนอน สามารถรับแรงได้ 6513.92 N แรงในแนวรอบแกนของตัวหนอน 11527.393 N ในเกลียวหนอนความกว้างตัวหนอนจะต้องมากกว่า 12.545 MM ขึ้นไป

5. การรองลื่น

Fa = 11527.398 N

Fr = 4819.163 x 3/6

= 2409.58 N

เลือกใช้ลูกปืน NTN bearing Unit UkP x 06D1 + H2306 2 ตลับ

UkP x 207D + H2307 4 ตลับ

P = Fr

ค่าความสามารถในการรับภาระพลวัต

$$C = \sqrt[3]{\frac{60xnxL_{10}h}{10^6}} \times P$$

$$= \sqrt[3]{\frac{60 \times 483.33 \times 5000}{10^6}} \times 2409.58$$

= 12650.302 N

แรงตามแนวแกนเลือกใช้ลูกปืนกันรุนแบบ 2 แถว (52407)

P = fa

C = 5.25 x 11527.393

= 60518.813 N

จากคู่มือ FAC ลูกปืนสามารถรับแรงได้ 67541.85 N

ลิ่มส่งกำลังเฟืองไปยังลูกกลิ้ง

$$Tallow = \frac{72765.64}{6} \text{ N.MM}$$

= 12127.60 N.MM

เส้นผ่านศูนย์กลางเพลาที่แท้จริง = 18.78 MM

เผื่อขนาดร่องลิ่มเลือกใช้เพลาขนาด 25 MM

$$Tallow = 4.i.l(h-t1)\frac{d}{1} Pallow$$

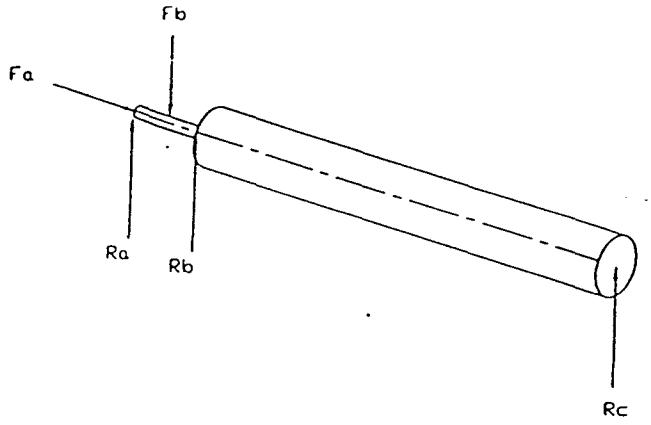
12127.60 = l.(2.5 x 12.5 x 150)

12127.60 = l(4687.5)

l = 2.58

ดังนั้น เลือกใช้ลิ่มยาว 20 MM เนื่องจากเฟืองหนา 18.5 MM

6. **รองลื่นของลูกกลิ้ง**



ภาพประกอบ 32 ส่วนของรองลื่น

เลือกใช้ Angular contact ball bearing

$$P = 0.35\,fr + 0.57\,Fa$$

$$= 0.35\frac{(4819.163)}{2} + 0.57(6513.82)$$

$$= 4556.25\ N$$

ค่าความสามารถในการรับภาระ

$$C = \sqrt[3]{\frac{60 \times n \times L_{10h}}{10_6}} \times P$$

$$= 5.25.(4556.25)$$

$$= 23920.36\ N$$

เลือกใช้ 2 x 7305 B.UA วางแบบ tandem arrangment รองลื่นหรือโรลลิ่ง แบริ่งที่ใช้สำหรับยึดลูกกลิ้ง เลือกใช้ Angular ball bearing คือจากคุณสมบัติสามารถที่จะรับแรงในแนวแกนเพิ่มขึ้นได้ดีและสามารถรับแรงแนวแกนได้สองทิศทางและใช้งานได้สะดวกมีขายตามท้องตลาดทั่วไปหาซื้อได้ง่าย

ภาคผนวก ข
คู่มือการใช้เครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง

คำนำ

คู่มือการใช้เครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง จัดทำขึ้นเพื่อให้ท่านผู้ใช้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องตลอดทั้งยังได้อธิบายให้เห็นถึงการทำงานของเครื่องแล้ว คู่มือฉบับนี้จะสามารถช่วยให้ท่านใช้เครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้งได้อย่างถูกต้องเพราะนอกจากจะอธิบายถึงชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องและการใช้งานแล้วยังได้เสริมในส่วนการบำรุงรักษาและความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน ท้ายนี้ผู้วิจัยหวังว่าคู่มือการใช้เครื่องคัดขนากุ้กงกุลาดำระบบลูกกลิ้งจะช่วยให้ผู้อ่านได้ใช้เครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำอย่างถูกต้อง

สุริยา ทองนวล

สารบัญ

	หน้า
ลักษณะเฉพาะของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง	95
ส่วนประกอบของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง	95
หน้าที่ของส่วนประกอบเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง	95
เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกับเครื่องคัดขนาดกุ้งเวลาปฏิบัติงาน	101
ขั้นตอนการเตรียมงาน	101
ขั้นตอนการบำรุงรักษา	101
ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	101

เครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้งเป็นเครื่องที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการคัดขนาดกุ้งกุลาดำแทนแรงงานคน ซึ่งสามารถนำไปใช้กับธุรกิจอุตสาหกรรมขนาดย่อมโดยใช้ผู้ปฏิบัติงานน้อย

ลักษณะเฉพาะของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง

ชื่อ	เครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง
ความสามารถ	สามารถคัดกุ้งได้ 4 ขนาด เป็นจำนวนไม่น้อยกว่า 250 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และความบอบช้ำตัวกุ้งกุลาดำต่ำ
การนำไปใช้	ธุรกิจอุตสาหกรรมที่เกี่ยวกับกุ้งขนาดย่อม
อื่น ๆ	สามารถเคลื่อนย้ายไปปฏิบัติงานที่ต่าง ๆ ได้

ส่วนประกอบเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง

1. ลูกกลิ้งคัดขนาด
2. ฝาครอบบังคับกุ้ง
3. แผงบังคับการตกของกุ้ง
4. เหล็กขารองรับลูกกลิ้ง
5. มอเตอร์
6. แผงครอบบังคับกุ้งด้านข้าง
7. สายพานลำเลียง
8. ถังใส่กุ้ง
9. เฟืองตรง
10. ตลับลูกปืน
11. โซ่

หน้าที่ของส่วนประกอบเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง

1. เครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง เป็นเครื่องสำหรับคัดขนาดกุ้งกุลาดำซึ่งมีลูกกลิ้งอยู่ทั้งหมด 6 ตัว ซึ่งสามารถคัดได้ 3 ช่องคัด

2. แผ่นคัดกุ้งกุลาดำ ซึ่งสามารถคัดได้ 4 ขนาด ซึ่งมีทั้งหมด 6 ชุด จะติดตั้งอยู่ส่วนใต้ลูกกลิ้ง คัดขนาดกุ้งกุลาดำ

3. ชุดบังคับกุ้งกุลาดำให้ลงช่องเป็นตัวบังคับให้กุ้งตกตามช่องคัดเพื่อให้กุ้งเรียงตัวก่อนลงบนลูกกลิ้ง

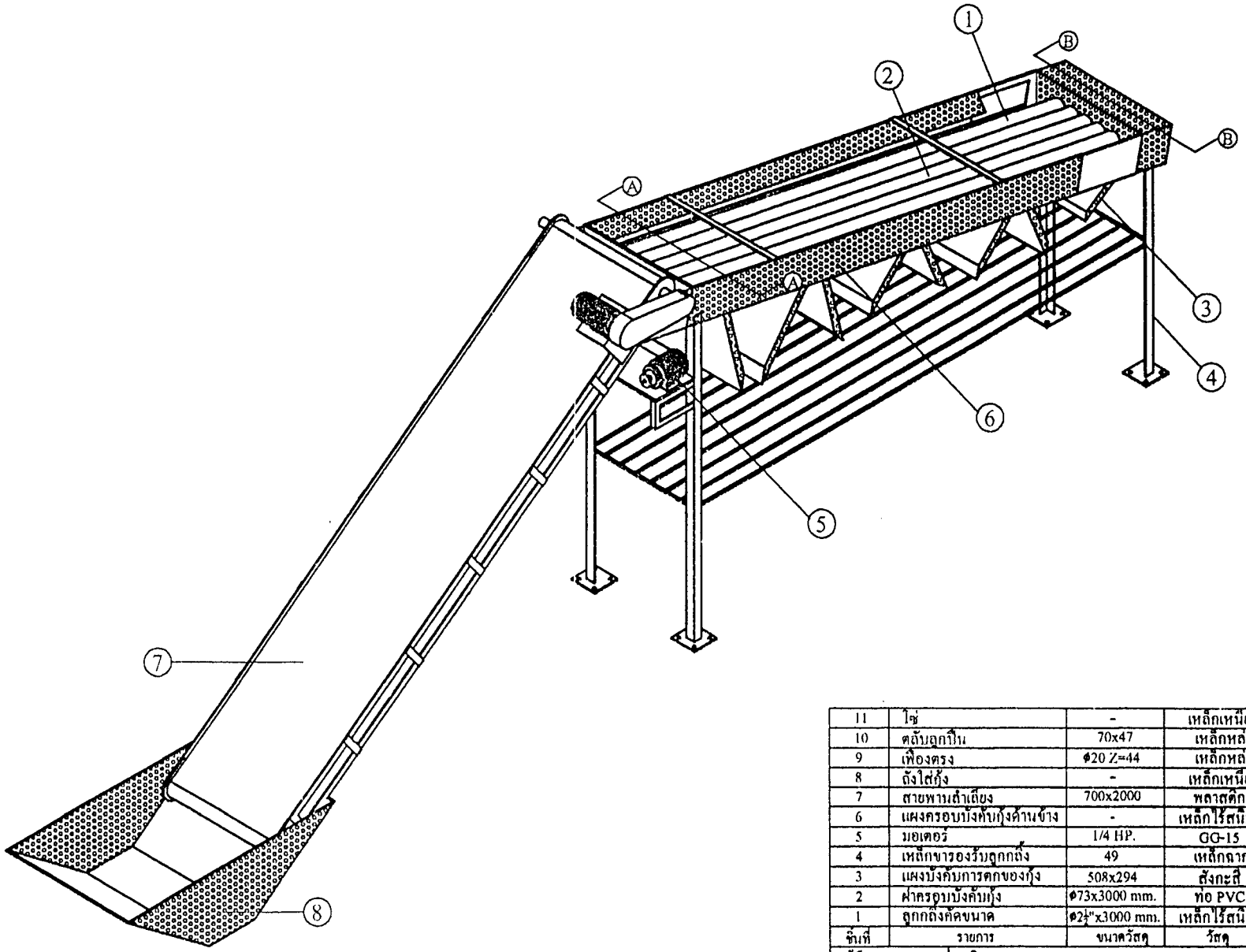
4. ชุดเฟืองขับ มีทั้งหมด 6 ตัว ซึ่งเป็นเฟืองตรงรั ,แรงขับจากมอเตอร์เพื่อให้หมุนพร้อมกันอยู่

ทางด้านหัวของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำ

5. ชุดตลับลูกปืน ซึ่งตกกับลูกทั้ง 6 ตัว หัวท้ายของลูกกลิ้งสามารถที่จะขยับไปมาได้เพื่อปรับให้

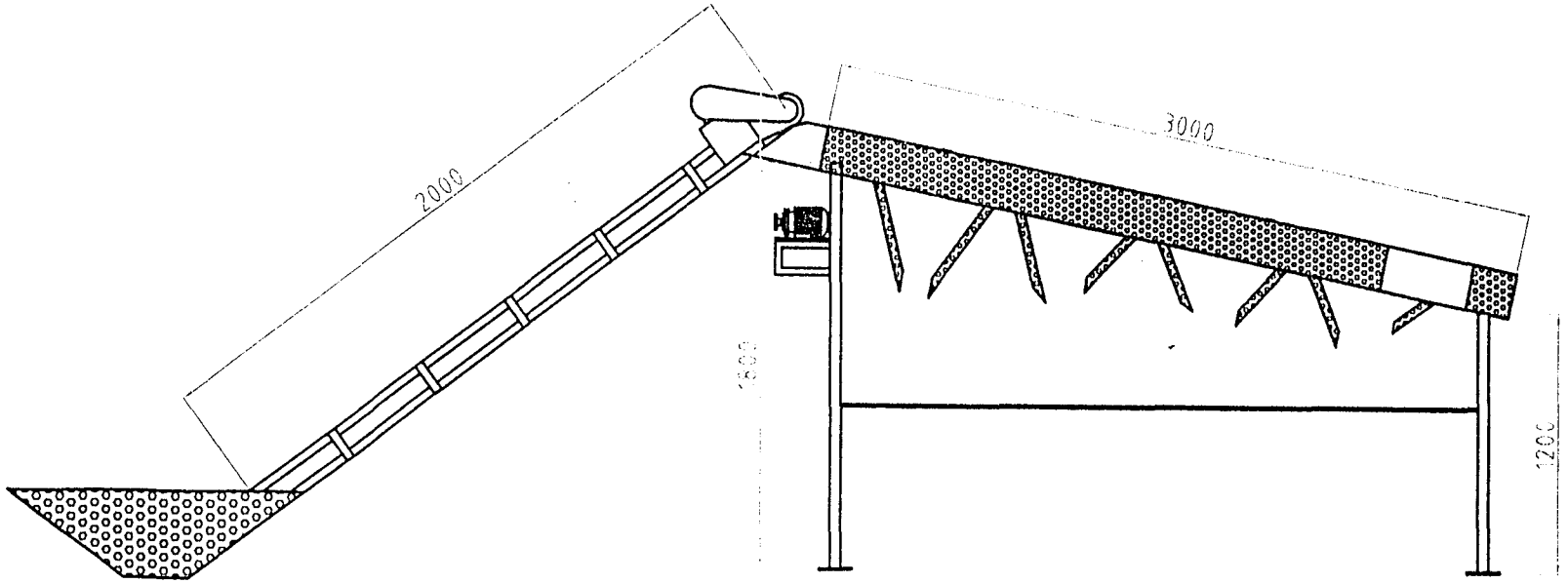
ได้ขนาดของกุ้ง

6. ชุดเฟืองเกียร์ มีหน้าที่ลดรอบของมอเตอร์จาก 1450 รอบให้เหลือ 50 รอบ/นาที
7. มอเตอร์ เป็นตัวต้นกำลังในการส่งแรงให้กับระบบส่งกำลังต่าง ๆ
8. สายพาน เป็นสายพานส่งกำลังระหว่างมอเตอร์กลับชุดเกียร์โดยใช้สายพานนำเบอร์ 37 ร่องบี
9. ท่อน้ำพีวีซี ใช้สำหรับฉีกให้ลูกกลิ้งลื่นเพื่อลดการเสียดสีกับตัวกุ้งลดความบอบช้ำของกุ้ง
10. สายพานลำเลียงกุ้ง ใช้สำหรับในการลำเลียงกุ้งจากถังไปสู่ลูกกลิ้ง

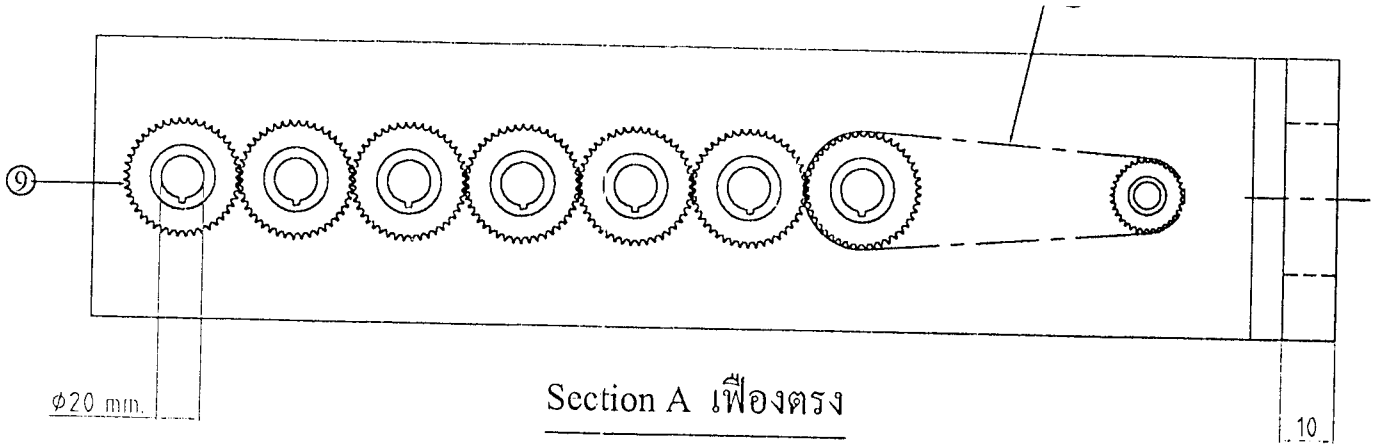


ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
11	ใช่	-	เหล็กเหนียว		1
10	ตลับลูกปืน	70x47	เหล็กหล่อ		6
9	เฟืองตรง	ϕ20 Z=44	เหล็กหล่อ		6
8	ถังใส่กุ้ง	-	เหล็กเหนียว		1
7	สายพานลำเลียง	700x2000	พลาสติก		1
6	แผงครอบบังคับกุ้งด้านข้าง	-	เหล็กไร้สนิม		3
5	มอเตอร์	1/4 HP.	GG-15		2
4	เหล็กขารองรับลูกกลิ้ง	49	เหล็กฉาก		1
3	แผงบังคับการตกของกุ้ง	508x294	สังกะสี		7
2	ฝาครอบบังคับกุ้ง	ϕ73x3000 mm.	ท่อ PVC		2
1	ลูกกลิ้งคัดขนาด	ϕ2½"x3000 mm.	เหล็กไร้สนิม		6

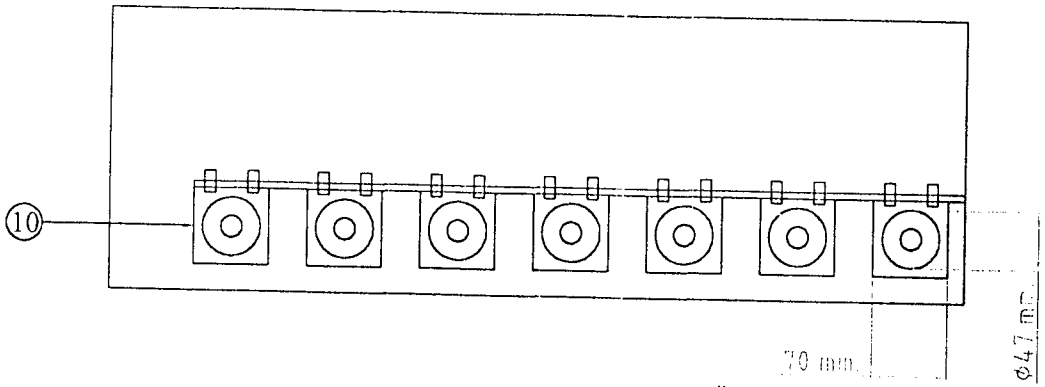
ผู้เขียน	สุริยา ทองนวล	มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ
ผู้ตรวจ		
ผู้ออกแบบ	สุริยา ทองนวล	
มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน เครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง	หมายเลขแบบ



	ภาพด้านเครื่องคัดขนาดกุ้ง			3	
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	สุวิยา ทองนวล			มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ	
ผู้ตรวจ					
ผู้ออกแบบ	สุวิยา ทองนวล				
มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน เครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง			หมายเลขแบบ	

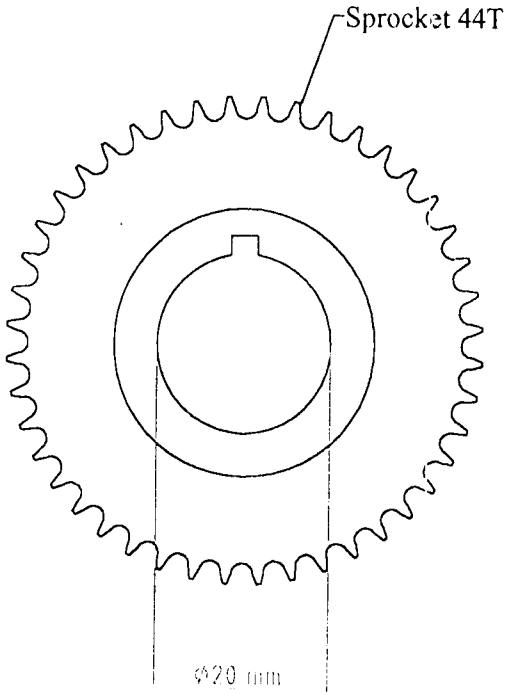


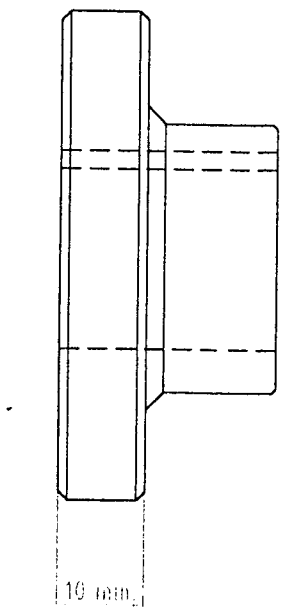
Section A เฟืองตรง



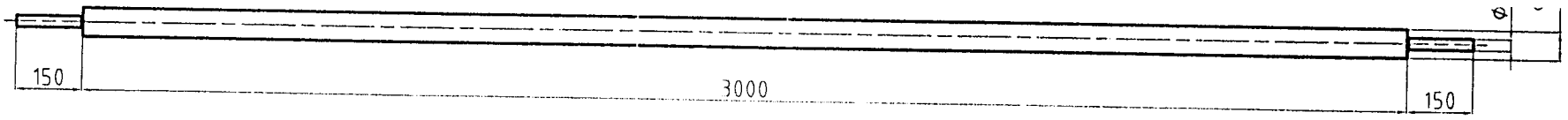
Section B ตลับลูกปืน

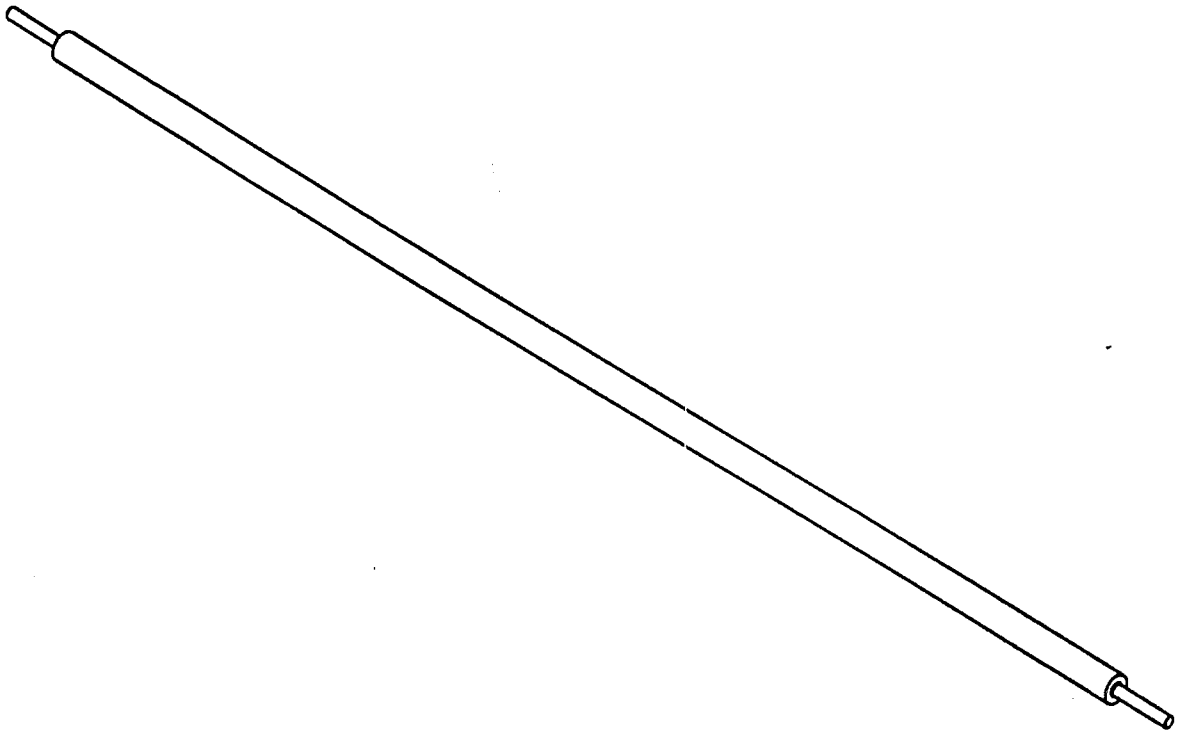
	การติดตั้งอุปกรณ์	-	-	2	-
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	สุริยา ทองนวล			มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ	
ผู้ตรวจ					
ผู้ออกแบบ	สุริยา ทองนวล				
มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน เครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง			หมายเลขแบบ	





9	เฟืองตรง	ϕ 20 mm. Z=44T	เหล็กเหนียว	5	6
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	สุริยา ทองนวล			มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ	
ผู้ตรวจ					
ผู้ออกแบบ	สุริยา ทองนวล				
มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน เครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง			หมายเลขแบบ	





1	ลูกกลิ้งกัดขนาด	ø 2½"x3000 mm.	เหล็กไร้สนิม	4	6
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	สุริยา ทองนวล			มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ	
ผู้ตรวจ					
ผู้ออกแบบ	สุริยา ทองนวล				
มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน เครื่องทดขนาดปุ้งปูลาดำระบบลูกกลิ้ง			หมายเลขแบบ	

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกับเครื่องคัดขนาดกุ้งเวลาปฏิบัติงาน

ตะกร้าใส่กุ้งกุลาดำแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า และ ชนิดกลม

ขั้นตอนการเตรียมงาน

1. เตรียมเครื่องคัดขนาดให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานจริงและให้เครื่องทำงานประมาณ 3 นาที
2. เตรียมถังกุลาดำที่จะคัดเอาไว้
3. เตรียมตะกร้าที่ใช้รองรับกุ้งทั้ง 4 ขนาด

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. ปรับขนาดช่องระหว่างลูกกลิ้งให้ได้ขนาดทั้ง 4 ช่องตามต้องการของขนาดกุ้งกุลาดำที่จะคัดขนาด
2. เสียบปลั๊กไฟ พร้อมน้ำที่จะใช้น้ำเลี้ยงลูกกลิ้งพร้อมตรวจเช็คความเรียบร้อยก่อนคัดอีกครั้ง
3. เปิดสวิทช์เครื่องให้เครื่องพร้อมที่จะทำงาน
4. นำตะกร้าใส่เข้าข้างใต้ช่องคัดทั้ง 4 ขนาด
5. นำกุ้งเทลงที่เครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำโดยครั้งละ 1 กิโลกรัม กุ้งก็จะไหลโดยอัตโนมัติ

ขั้นตอนการบำรุงรักษา

1. เมื่อใช้งานเสร็จแล้วการทำความสะอาดส่วน ๆ ของเครื่อง
2. เช็คน้ำมันจารบีในส่วนของเฟืองทั้ง 6 ตัวพร้อมตะลับลูกปืน
3. ถอนปลั๊กไฟออกแล้วม้วนสายไฟเก็บให้เรียบร้อย

ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

1. ระวังชิ้นส่วนของร่างกายและเสื้อผ้าเข้าไปในลูกกลิ้ง
2. เวลาเสียบปลั๊กไฟควรทำความสะอาดมือให้แห้งก่อนเสียบ
3. อย่าให้เปียกน้ำ

ภาคผนวก ค.
แบบประเมินประสิทธิภาพเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำ

แบบประเมินประสิทธิภาพ

เรื่อง

ออกแบบพัฒนาเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง

แบบประเมินชุดนี้ เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญกับประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง

คำชี้แจง แบบประเมินชุดนี้แบ่งออกเป็น 4 ตอน

ตอนที่ 1 วัตถุประสงค์ของการประเมิน

ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วยคำถามจำนวน 6 ข้อ

ตอนที่ 3 ข้อมูลแบบประเมินความคิดเห็นเรื่องประสิทธิภาพการใช้งานและทางด้านกายภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง

ตอนที่ 4 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ตอนที่ 1 วัตถุประสงค์ของการประเมิน

แบบประเมินชุดนี้สร้างขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือในการวิจัย มีวัตถุประสงค์ 2 ด้าน ประกอบด้วย

1. ทดลองหาประสิทธิภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง
2. ประเมินลักษณะทางกายภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง

ตอนที่ 2 เป็นข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้เชี่ยวชาญ

กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ( ) หน้าข้อความที่ตรงกับความเป็นจริงและ / หรือ เติมคำข้อความลงในช่องว่าง

1. เพศ

   ( ) ชาย ( ) หญิง

2. อายุ.....ปี

3. ระดับการศึกษา

   ( ) ต่ำกว่าปริญญาตรี

   ( ) ปริญญาตรี หรือเทียบเท่า

   ( ) สูงกว่าปริญญาตรี

4. ประสบการณ์เกี่ยวกับธุรกิจกุ้ง.....ปี

5. ตำแหน่งหน้าที่ในปัจจุบัน.....
   .....
   .....
   .....

6. อื่นๆ (ระบุ) .....
   .....
   .....
   .....

ตอนที่ 3 แบบประเมินความคิดเห็นเรื่องประสิทธิภาพการใช้งานและด้านกายภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง

แบบประเมินที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นเครื่องในการวิจัย มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินและทดลองเครื่อคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้งโดยมี 2 ด้านดังนี้

1.1 ด้านประสิทธิภาพเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง

1.2 ด้านลักษณะทางกายภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง

1.1 แบบประเมินทางด้านประสิทธิภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง

ข้อเสนอแนะในการตอบแบบประเมินด้านประสิทธิภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง

แบบประเมินทางด้านประสิทธิภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำมีทั้งหมด 4 ช่อง โดยที่เอากุ้งขนาด 21 ตัว ถึง 40 ตัว ใส่ในเครื่องคัดขนาดจำนวน 120 กิโลกรัม โดยทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง แล้วนับจำนวนกุ้งผิดพลาด ความบอบช้ำและความเร็วในการคัดขนาดใส่ลงในตารางที่ 26

ตาราง 26 แบบประเมินทางด้านประสิทธิภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง

จำนวนกุ้งกุลาดำที่ใช้ในการทดลอง				ผลการทดลองเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง															
ขนาดกุ้งกุลาดำ (ตัว / กก.)				ความผิดพลาด (ตัว)					ความบอบช้ำของกุ้งกุลาดำ (ตัว)					ความเร็วในการคัดขนาด (นาที)				
ขนาด	จำนวนตัว	น้ำหนักกุ้งกุลาดำ (กรัม)	นำกุ้งกุลาดำเข้าเครื่องคัดขนาด (กก./ตัว)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	รวมเฉลี่ย X	ร้อยละของความผิดพลาด	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	รวมเฉลี่ย X	ร้อยละของความผิดพลาด	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	รวมเฉลี่ย X	ร้อยละของความผิดพลา
A	21-25	39.24 ขึ้นไป																
B	26-30	39.23-32.54																
C	31-35	32.53-27.98																
D	36-40	27.97-24.70																
รวม	-	-																

1.2 ข้อแนะนำในการตอบแบบประเมินทางด้านลักษณะทางกายภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง

1. แบบประเมินในด้านลักษณะทางกายภาพมีทั้งหมด 9 ข้อ
2. โปรดขีดเครื่องหมาย (ถูก) ลงในช่องมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับตามความคิดเห็นของท่าน

5	หมายถึง	ผลการประเมินในระดับดีมาก
4	หมายถึง	ผลการประเมินในระดับดี
3	หมายถึง	ผลการประเมินในระดับพอใช้
2	หมายถึง	ผลการประเมินในระดับต้องปรับปรุง
1	หมายถึง	ผลการประเมินในระดับใช้ไม่ได้

ตาราง 27 แบบประเมินทางด้านลักษณะทางกายภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำ

ขั้นที่	รายละเอียดหัวข้อ	ระดับการประเมิน				
		ดีมาก (5)	ดี (4)	พอใช้ (3)	ต้องปรับปรุง (2)	ใช้ไม่ได้ (1)
	ลักษณะทางกายภาพ 1. ความกะทัดรัดของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำ 2. ชิ้นส่วนทุกชิ้นออกแบบให้มีรูปร่างลักษณะที่สามารถแยกชิ้นส่วนและประกอบได้ 3. ชิ้นส่วนถูกออกแบบและสร้างให้มีความแข็งแรงและปลอดภัยในการใช้งาน 4. ออกแบบได้เหมาะสม 5. การทำงานของชิ้นส่วนต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กัน 6. เคลื่อนย้ายไปใช้ในหน่วยงานได้สะดวกในที่ต้องการได้ 7. ผู้ปฏิบัติงาน 1 หรือ 2 คน สามารถปฏิบัติงานได้ 8. นำไปใช้ในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก 9. การบำรุงรักษาทำได้อย่างสะดวก					

ตอนที่ 4 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

1. .....
.....
.....
2. .....
.....
.....
3. .....
.....
.....
4. .....
.....
.....
อื่น ๆ.....
.....
.....

ภาคผนวก ง.
หนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือ

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มสว โทร. 5731, 5618

ที่ ทม 1012/2437 **วันที่** 5 มีนาคม 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

เนื่องด้วย น.ายสุริยา ทองนวล นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "ออกแบบพัฒนาเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง" โดยมี อาจารย์อุปวิทย์ สุวคันธกุล และ อาจารย์โอภาส สุขหวาน เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์ละเอียด รักษ์เผ่า อาจารย์ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ อาจารย์สุดใจ เหง้าสีไพร เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินประสิทธิภาพเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำ

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินให้ นายสุริยา ทองนวล และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์นภาภรณ์ หะวานนท์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

ที่ ทม 1012/1467

6 มีนาคม 2546

วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่
รับที่ 1127
วันที่ 18 มี.ค. 46
เวลา 08.30 น.

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่

เนื่องด้วย นายสุริยา ทองนวล นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "ออกแบบพัฒนาเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง" โดยมี อาจารย์อุปวิทย์ สุวคันธกุล และ อาจารย์โอภาส สุขหวาน เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์ชนะ งามเฉลียว เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง ให้ นายสุริยา ทองนวล และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาภรณ์ หะวานนท์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ผอ.วท.หาดใหญ่
1. เพื่อโปรดทราบ
2. เห็นควรมอบฝ่ายวิชาการ
เรียนมาเพื่อทราบ

-เห็นควรมอบหมายให้ฝ่ายวิชาการ
18 มี.ค. 46

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อนิสิต โทรศัพท์ มือถือ 01-8025324

ที่ ทม 1012/ว1464

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

6 มีนาคม 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน เจ้าของธุรกิจฟาร์มกุ้งกุลาดำ

เนื่องด้วย นายสุริยา ทองนวล นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "ออกแบบพัฒนาเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง" โดยมี อาจารย์อุปวิทย์ สุวคันธกุล และ อาจารย์โอภาส สุขหวาน เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง ให้ นายสุริยา ทองนวล และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาภรณ์ หะวานนท์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

รับทราบ

หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อนิสิต โทรศัพท์ มือถือ 01-8025324

ที่ ทม 1012/ ๒๗๔๔

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

6 มีนาคม 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ที่ปรึกษาเกี่ยวกับการเลี้ยงกุ้งเพาะเลี้ยงและอุตสาหกรรมต่อเนื่อง

เนื่องด้วย นายสุริยา ทองนวล นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "ออกแบบพัฒนาเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง" โดยมี อาจารย์อุปวิทย์ สุวคันธกุล และ อาจารย์โอภาส สุขหวาน เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง ให้ นายสุริยา ทองนวล และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาภรณ์ หะวานนท์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อนิสิต โทรศัพท์ มือถือ 01-8025324

(สุริยา ทองนวล)

ภาคผนวก จ.
ผลการวิเคราะห์ความเบี่ยงเบน

ตาราง 28 แบบประเมินทางด้านประสิทธิภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำระบบลูกกลิ้ง

ขนาดกุ้งกุลาดำ (ตัว / กก.)				ความผิดพลาด (ตัว)					ความบอบช้ำของกุ้งกุลาดำ (ตัว)				ความเร็วในการคัดขนาด (นาที)			
ขนาด	จำนวน (ตัว)	น้ำหนักกุ้ง (กรัม)	นำกุ้งก่อนเข้าเครื่องคัดขนาด (กก./ตัว)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	รวมเฉลี่ย X	ร้อยละของความผิดพลาด	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	รวมเฉลี่ย X	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	รวมเฉลี่ย X
A	21-25	39.24 ขึ้นไป	62.5 / 1563	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
B	26-30	39.23-32.54	62.5 / 1874	2	1	2	1.66	0.020	-	-	-	-				
C	31-35	32.53-27.98	62.5 / 2187	3	1	2	2	0.024	-	-	-	-	16	17	16	16.33
D	36-40	27.97-24.70	62.5 / 2500	1	2	1	1.33	0.016	-	-	-	-				
รวม	-	-	250 / 8126	6	4	5	5	0.061	-	-	-	-	16	17	16	16.33

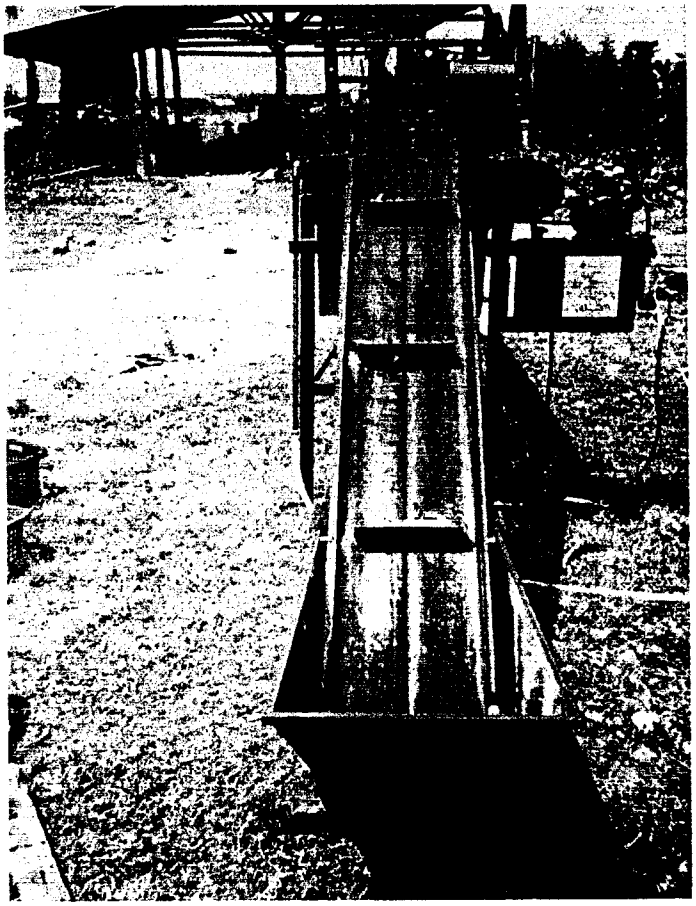
ตาราง 29 แสดงการวิเคราะห์ความเบี่ยงเบนมาตรฐานลักษณะทางกายภาพ

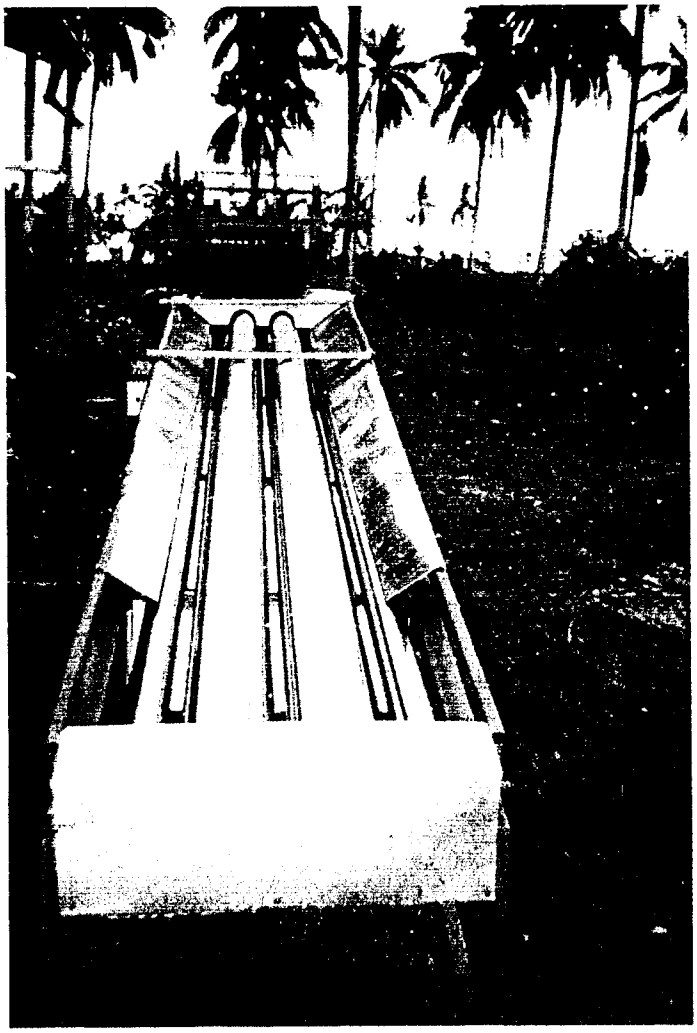
ขั้นที่	รายละเอียดหัวข้อ	ระดับการประเมิน		ΣX	$\bar{X}$	N	ΣX^2	$N\Sigma X^2$	$(\Sigma X)^2$	$N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2$	$\frac{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)}$	SD
		ดี	ดีมาก									
	ลักษณะทางกายภาพ											
	1. ความกะทัดรัดของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำ		444	12	4.00	3	48	144	144	0	0	0
	2. ชิ้นส่วนทุกชิ้นออกแบบให้มีรูปร่างลักษณะที่สามารถแยกชิ้นส่วนและประกอบได้	5	44	13	4.30	3	56	168	169	1	0.16	0.40
	3. ชิ้นส่วนถูกออกแบบและสร้างให้มีความแข็งแรงและปลอดภัยในการใช้งาน	55	4	14	4.60	3	66	198	196	2	0.3	0.54
	4. ออกแบบได้เหมาะสม	55	4	14	4.60	3	66	198	196	2	0.3	0.54
	5. การทำงานของชิ้นส่วนต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กัน	55	4	14	4.60	3	66	198	196	2	0.3	0.54
	6. เคลื่อนย้ายไปใช้ในหน่วยงานได้สะดวกในที่ต้องการได้		444	12	4.00	3	48	144	144	0	0	0
	7. ผู้ปฏิบัติงาน 1 หรือ 2 คน สามารถปฏิบัติงานได้	555		15	5.00	3	75	225	225	0	0	0
	8. นำไปใช้ในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก	555		15	5.00	3	75	225	225	0	0	0
	9. การบำรุงรักษาทำได้อย่างสะดวก	55		15	5.00	3	75	225	225	0	0	0
				15.44	4.56	3	64.33	193	199	2	0.32	0.22

จากตารางที่ 28 29 สามารถวิเคราะห์ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบประเมินประสิทธิภาพและลักษณะทางการกายภาพของเครื่องคัดขนาดกุ้งกุลาดำเป็นรายละเอียดดังนี้

ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน มีความคิดเห็นแตกต่างกันเกี่ยวกับ

1. ความกะทัดรัดของเครื่อง คิดเป็นคะแนนได้ .00 คะแนน
2. ชิ้นส่วนทุกชิ้นออกแบบให้มีรูปร่างลักษณะที่สามารถแยกชิ้นส่วนและประกอบได้คิดเป็นคะแนน .40 คะแนน
3. ออกแบบและสร้างให้มีความแข็งแรงและปลอดภัยในการใช้งานคิดเป็นคะแนนได้ 0.54 คะแนน
4. ออกแบบได้เหมาะสม คิดเป็นคะแนนได้ .54 คะแนน
5. การทำงานของชิ้นส่วนต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กัน คิดเป็นคะแนนได้ .54 คะแนน
6. เคลื่อนย้ายไปใช้ในหน่วยงานได้สะดวกในที่ต้องการได้คิดเป็นคะแนนได้ .54 คะแนน
7. ผู้ปฏิบัติงาน 1 หรือ 2 คน สามารถใช้ปฏิบัติงานได้ คิดเป็นคะแนนได้ .00 คะแนน
8. นำไปใช้อุตสาหกรรมขนาดเล็ก คิดเป็นคะแนนได้ .00 คะแนน
9. การบำรุงรักษาได้อย่างสะดวก คิดเป็นคะแนนได้ .00 คะแนน





ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ	นายสุริยา ทองนวล
เกิดวันที่	31 เดือน กรกฎาคม พุทธศักราช 2515
สถานที่เกิด	อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 64 หมู่ 9 ตำบลขนาบนาก อำเภอปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	ทำธุรกิจส่วนตัว
สถานที่ทำงาน	อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2525	ประถมศึกษา จากโรงเรียนบ้านนำทรัพย์
พ.ศ. 2534	มัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนปากพนัง อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช
พ.ศ. 2535	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ช่างไฟฟ้า) จากวิทยาลัยเทคนิคสตูล จังหวัดสตูล
พ.ศ. 2537	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ช่างไฟฟ้าอุตสาหกรรม) จาก วิทยาลัยเทคนิคยะลา จังหวัดยะลา
พ.ศ. 2539	วิทยาศาสตร์ (สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมไฟฟ้า) จากสถาบันราชภัฏ พระนคร กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2546	กศ.ม. (อุตสาหกรรม) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทราวิโรฒ กรุงเทพมหานคร