



รายงานวิจัย

การพัฒนาอุปกรณ์เพิ่มออกซิเจนในบ่อเลี้ยงกุ้ง

Development for Equipment of Increase Oxygen in Shrimp Pond

รศ.สุชาติ เย็นวิเศษ

ทวิชาติ เย็นวิเศษ

ณชพร รัตนภรณ์

๑

๖๓๙.๕๑๑

๑๗๖

๒๕๕๓

มคอ๓ ครุศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยี
๒๖/๑๒๕๓๖

สาขาอุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

งบประมาณรายได้

ปี ๒๕๕๓

บทคัดย่อ

อาชีพการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นอาชีพหนึ่งที่ได้รับคามนิยมนมากในปัจจุบัน แต่เนื่องจากเกษตรกรยังประสบปัญหาในเรื่องต้นทุนการผลิตที่สูง ได้กำไรไม่คุ้มทุน และหนึ่งในปัญหาที่ทำให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้นก็คือ ใบบัคเดิมอากาศที่ใช้อยู่ในปัจจุบันนั้นเมื่อเกิดการชำรุดแค่เพียงเล็กน้อยก็ต้องเปลี่ยนใหม่ทั้งชุด ในขณะที่ส่วนอื่นซึ่งไม่เกิดการชำรุดยังอยู่ในสภาพดีแต่จำเป็นต้องเปลี่ยนเพราะใบบัคเดิมทั้งหมดถูกสร้างขึ้นมาชิดติดเป็นชุดเดียวกัน เป็นที่มาของปัญหาในการออกแบบและจัดสร้างใบบัคเดิมอากาศแบบใหม่ที่สามารถแยกชิ้นส่วนถอดประกอบได้ขึ้นมา เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการผลิตให้แก่เกษตรกร ซึ่งนอกจากจะแยกชิ้นส่วนถอดประกอบได้แล้ว ทางผู้วิจัยยังออกแบบให้ใบบัคเดิมอากาศแบบใหม่นี้สามารถเพิ่มปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำได้มากกว่า ในขณะที่สิ้นเปลืองพลังงานน้อยกว่าการใช้ใบบัคเดิมอากาศแบบเดิม



กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีจากการได้รับความร่วมมือจากคณะผู้วิจัย และนักศึกษากลุ่มจัดทำปริญาานิพนธ์ซึ่งประกอบด้วย นางสาวประกายดาว คมประมุข นายพิชัย นกแก้ว นางสาวหทัยทิพย์ ชูพรหม และนายพูนพงศ์ คำละเอียด ที่ร่วมกันทดลองและจัดเก็บข้อมูลจนทำให้งานสำเร็จลุล่วงด้วยดี ขอขอบคุณคณะกรรมการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ให้การสนับสนุนเงินงบประมาณในโครงการวิจัยนี้

คณะผู้วิจัย



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	จ
Abstract	ช
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ญ
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญรูป	ฏ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่สำคัญและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ดัชนีคุณภาพน้ำ เพื่อใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	4
2.2 คุณภาพที่เหมาะสมในการเลี้ยงกุ้ง	8
2.3 วิธีวิเคราะห์ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ	9
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	30
2.5 วิธีการปฏิบัติงานในการศึกษาค้นคว้าเรื่องนี้	33
2.6 ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลและการออกแบบ	34
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	53
3.1 การวางแผนและเตรียมการ	54
3.2 การออกแบบใบพัดเติมอากาศเพื่อเป็นต้นแบบ	55
3.3 การสร้างใบพัดเติมอากาศ	65

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการศึกษา	70
4.1 การเปรียบเทียบขนาดความกว้างของรูน้ำออกเพื่อหาขนาด ความกว้างของรูก่อนนำไปประกอบกับโครงใบพัด	71
4.2 การทดลองการตีน้ำของใบพัดเติมอากาศต้นแบบ	74
4.3 การทดลองการตีน้ำของใบพัดเติมอากาศ	77
4.4 การตรวจหาค่าออกซิเจนในน้ำ (DO) ด้วยชุดทดสอบดีไอ (DO) หลังจากการตีน้ำด้วยใบพัดเติมอากาศต้นแบบ	80
4.5 ผลการทดลอง	90
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน	102
5.1 สรุปผลการทดลองการตีน้ำของใบพัดเติมอากาศ	102
5.2 ปัญหาและอุปสรรค	103
5.3 ข้อเสนอแนะ	103
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก	

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงค่าอิมิตัวของออกซิเจนที่ความเค็มและอุณหภูมิต่าง ๆ	30
2.2 แสดงเปรียบเทียบการใช้งานและคุณภาพของสายพาน	39
2.3 แสดงความยาวมาตรฐานของสายพานลิม	40
2.4 แสดงข้อแนะนำการใช้อุณหภูมิจนของลมร้อนสำหรับเชื่อมพลาสติกชนิดต่างๆ	52
2.5 แสดงแรงกดลวดสำหรับการเชื่อมพลาสติกด้วยลมร้อน	52
3.1 แสดงขั้นตอนและระยะเวลาการดำเนินงาน	54
4.1 แสดงการทดลองครั้งที่ 1 การตีน้ำของใบพัดเติมอากาศดันแบบ	90
4.2 แสดงการทดลองครั้งที่ 2 การตีน้ำของใบพัดเติมอากาศดันแบบ	91
4.3 แสดงการทดลองครั้งที่ 3 การตีน้ำของใบพัดเติมอากาศดันแบบ	92
4.4 แสดงการทดลองครั้งที่ 1 การตีน้ำของใบพัดเติมอากาศแบบเก่า	94
4.5 แสดงการทดลองครั้งที่ 2 การตีน้ำของใบพัดเติมอากาศแบบเก่า	95
4.6 แสดงการทดลองครั้งที่ 3 การตีน้ำของใบพัดเติมอากาศแบบเก่า	96
4.7 แสดงการทดลองครั้งที่ 1 การตีน้ำของใบพัดเติมอากาศ	98
4.8 แสดงการทดลองครั้งที่ 2 การตีน้ำของใบพัดเติมอากาศ	99
4.9 แสดงการทดลองครั้งที่ 3 การตีน้ำของใบพัดเติมอากาศ	100

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงอุปกรณ์การตรวจหาค่าออกซิเจนในน้ำ (DO)	14
2.2 แสดงกระบอกเก็บตัวอย่างน้ำ	15
2.3 แสดงเข็มฉีดยา	15
2.4 แสดงขวดแก้วรูปชมพู่	16
2.5 แสดงขวด BOD	16
2.6 แสดงสารละลายมาตรฐาน โซเดียมไโครเมต	17
2.7 แสดงสารละลายแมงกานีสซัลเฟต	17
2.8 แสดงน้ำแป้ง	18
2.9 แสดงสารละลายอัลคาไลไอโอไดด์เฮไลด์	18
2.10 แสดงสารละลายกรดซัลฟูริก	18
2.11 แสดงกระบอกเก็บตัวอย่างน้ำ	19
2.12 แสดงการตั้งขวดบีโอดี	19
2.13 แสดงการเคาะหลอดแมงกานีส	20
2.14 แสดงการหักคอหลอดแมงกานีส	20
2.15 แสดงการรินแมงกานีสลงไป	21
2.16 แสดงการเคาะหลอดแอลคาไลน์ไอโอไดด์เฮไลด์	21
2.17 แสดงการพลิกขวดไปมา	22
2.18 แสดงตะกอนที่เกิดขึ้น	22
2.19 แสดงการเคาะหลอดกรดซัลฟูริก	23
2.20 แสดงการพลิกขวดไปมาจนตะกอนละลายหมด	23
2.21 แสดงการเทสารละลายสีเหลืองใสในขวดแก้วรูปชมพู่	24
2.22 แสดงการดูดสารละลายมาตรฐาน โซเดียมไโครเมต	24
2.23 แสดงการหยดสารละลายมาตรฐาน โซเดียมไโครเมต	25
2.24 แสดงการรินน้ำแป้งลงในขวดแก้วรูปชมพู่	25
2.25 แสดงการหยดสารละลายมาตรฐาน โซเดียมไโครเมตต่อ	26
2.26 แสดงสารละลายสีน้ำเงินจางหาย	26
2.27 แสดงการอ่านจำนวนสารละลายมาตรฐาน โซเดียมไโครเมตที่เหลือ	27
2.28 แสดงเครื่องวัดค่า DO	29

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า	
2.29	แสดงการกระทำของแรงในระบบการส่งกำลังด้วยสายพานลิ่ม	37
2.30	แสดงส่วนประกอบสายพานลิ่ม	38
2.31	แสดงลือสายพานลิ่มแบบต่างๆ	38
2.33	แสดงโครงสร้างของมอเตอร์เหนี่ยวนำกระแสสลับ	42
2.34	แสดงหลักการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง	43
2.35	แสดงโครงสร้างของมอเตอร์กระแสตรง	43
2.36	การเชื่อมไฟฟ้า	46
2.37	รอยเชื่อมรับแรงมีสมมาตร	47
2.38	รอยเชื่อมมุม	48
2.38	การเริ่มต้นเชื่อม	51
2.39	ตัวอย่างการป้อนลวดที่ถูกต้องและผิด	51
3.1	สภาพน้ำเน่าเสียที่เกิดขึ้นในชุมชน	55
3.2	ปัญหาน้ำเน่าเสีย	56
3.3	แสดงแผ่นโลหะที่พับขึ้นเพื่อนำไปเข้าตะเข็บให้ได้รูปทรงตามแบบ	56
3.4	แสดงการประกอบแผ่นโลหะ	57
3.5	แสดงการตัดเหล็กเพื่อใช้ในการทำโครงเป็นส่วนรองรับใบพัด	57
3.6	แสดงการตัดมุมของเหล็กฉากเพื่อนำไปประกอบเป็นฐานวางชุดส่งกำลัง	58
3.7	แสดงชิ้นส่วนที่จะนำไปประกอบเป็นฐานวางชุดส่งกำลัง	58
3.8	แสดงการเชื่อมประกอบฐานวางชุดส่งกำลัง	58
3.9	แสดงฐานวางชุดส่งกำลัง	59
3.10	แสดงการประกอบมอเตอร์เข้ากับฐานวางชุดส่งกำลัง	59
3.11	แสดงการเจาะรู ขนาด $\varnothing 20 \text{ mm}$. จำนวน 12 รู เพื่อลดแรงเสียดทานระหว่างน้ำกับใบพัด	60
3.12	แสดงการลบคมใบพัดด้วยตะไบ	60
3.13	แสดงใบที่ทำงานมาแล้วต้องแก้ไขใหม่ เนื่องจากต้องการให้ใบถอยออกจากก้านได้	60
3.14	แสดงการกลึงแกนเพลลา	61

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า	
3.15	แสดงแกนเพลลา	61
3.16	แสดงการขึ้น โครงแกนใบพัดเพื่อใช้ในการรองรับใบพัด	61
3.17	แสดงการตรวจสอบรอยเชื่อม	62
3.18	แสดงโครงที่สร้างสำเร็จเพื่อนำมาใช้ในการทดลอง	62
3.19	แสดงการประกอบใบพัดเข้ากับโครง	62
3.20	แสดงแบบใบพัดเติมอากาศที่ร่างบนแผ่นพลาสติกหนา 6 มม.	65
3.21	แสดงการตัดใบพัดเติมอากาศตามแบบที่ร่างไว้	65
3.22	แสดงการเจาะรู ขนาด ϕ 20 mm. จำนวน 12 รู เพื่อลดแรงเสียดทานระหว่างน้ำกับใบพัด	65
3.23	แสดงการเป่าลมร้อนก่อนการนำไปพับ	66
3.24	แสดงการพับใบพัดเติมอากาศ	66
3.25	แสดงการเจาะรูเพื่อใช้ยึดติดกับ โครงใบพัดเติมอากาศ	66
3.26	แสดงใบพัดเพื่อนำไปยึดติดกับ โครงใบพัดเติมอากาศ	67
3.27	แสดงการเริ่มต้นการเชื่อมพลาสติก	67
3.28	แสดงการเชื่อมพลาสติก	68
3.29	แสดงใบพัดเติมอากาศ	68
3.30	แสดงการประกอบใบพัดเติมอากาศเข้ากับ โครง	69
3.31	แสดงการติดตั้งใบพัดเติมอากาศเพื่อใช้ในการทดลอง	69
4.1	แสดงใบพัดเติมอากาศแบบเก่าที่เกิดการชำรุด	70
4.2	แสดงการตักน้ำเพื่อหาขนาดความกว้างของรูที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบและสร้างต้นแบบ	71
4.3	แสดงความกว้างของรู 0.5 cm. ตักน้ำไถลระยะ 0.8 m. เวลานั้นหมด 3-4 s	72
4.4	แสดงความกว้างของรู 0.8 cm. ตักน้ำไถลระยะ 0.9 m. เวลานั้นหมด 1-2 s	72
4.5	แสดงความกว้างของรู 1.0 cm. ตักน้ำไถลระยะ 1 m. เวลานั้นหมด 1 s	73
4.6	แสดงใบพัดเติมอากาศต้นแบบตีน้ำซึ่งถ่ายจากด้านหน้า	74
4.7	แสดงใบพัดเติมอากาศต้นแบบตีน้ำซึ่งถ่ายจากมุมด้านซ้าย	74
4.8	แสดงใบพัดเติมอากาศต้นแบบตีน้ำซึ่งถ่ายจากมุมด้านขวา	75

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.9 แสดงใบพัดเติมอากาศดันแบบตีน้ำได้ไกลเป็นระยะ 1.67 เมตร	75
4.10 แสดงภาพหลังจากที่ตีน้ำด้วยใบพัดเติมอากาศดันแบบแล้ว ทำให้ใบพัดเติมอากาศเสียรูปทรง	76
4.11 แสดงภาพหลังจากที่ตีน้ำด้วยใบพัดเติมอากาศดันแบบแล้ว ทำให้ใบพัดเติมอากาศเสียรูปทรง	76
4.12 แสดงการติดตั้งใบพัดเติมอากาศ (แบบเก่า)	77
4.13 แสดงการตีน้ำของใบพัดเติมอากาศ (แบบเก่า)	77
4.14 แสดงการติดตั้งใบพัดเติมอากาศ	78
4.15 แสดงภาพใบพัดเติมอากาศก่อนการตีน้ำ	78
4.16 แสดงการตีน้ำของใบพัดเติมอากาศ	79
4.17 แสดงอุปกรณ์การตรวจหาค่าออกซิเจนในน้ำ (DO)	80
4.18 แสดงขวดบีโอดี	81
4.19 แสดงหลอดทดสอบ	81
4.20 แสดงแผ่นเทียบสีที่ใช้วัดออกซิเจนละลายในน้ำ	82
4.21 แสดงแผ่นเทียบสีที่ใช้วัดออกซิเจนละลายในน้ำ	82
4.22 แสดงสารละลายแมงกานีส	83
4.23 แสดงสารละลายอัครคาไลค์ไอโอไดค์เอไซด์	83
4.24 แสดงสารละลายกรดซัลฟูริก	84
4.25 แสดงการเก็บตัวอย่างน้ำ	85
4.26 แสดงการหยดสารละลายแมงกานีสลงในขวดเก็บตัวอย่างน้ำ	85
4.27 แสดงการหยดสารละลายอัครคาไลค์ไอโอไดค์เอไซด์ลงในขวด เก็บตัวอย่างน้ำ	86
4.28 แสดงการเขย่าขวดบีโอดี	86
4.29 แสดงตะกอนที่เกิดขึ้น	87
4.30 แสดงการหยดสารละลายกรดซัลฟูริก	87
4.31 แสดงการพลิกขวดไปมาจนตะกอนละลายหมด	88
4.32 แสดงการเทสารละลายลงในหลอดเก็บตัวอย่างน้ำ	88

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.33 แสดงการเทียบสีกับแผ่นเทียบสี	89
4.34 กราฟแสดงการเปรียบเทียบการคืนน้ำของใบพัดเติมอากาศต้นแบบทั้ง 3 ครั้ง	93
4.35 กราฟแสดงการเปรียบเทียบการคืนน้ำของใบพัดเติมอากาศแบบเก่าทั้ง 3 ครั้ง	97
4.36 กราฟแสดงการเปรียบเทียบการคืนน้ำของใบพัดเติมอากาศทั้ง 3 ครั้ง	101
4.37 กราฟแสดงการเปรียบเทียบการคืนน้ำของใบพัดเติมอากาศทั้ง 3 แบบ	101



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปกติแล้วในอากาศจะประกอบไปด้วยแก๊สหลายชนิด แต่ที่มีมากที่สุดคือ แก๊สไนโตรเจนมีประมาณ 78% ออกซิเจนมี 21% นอกนั้นก็เป็นแก๊สอื่นๆอีกอย่างละเล็กน้อยแต่ที่สำคัญที่สุดก็คือแก๊สออกซิเจนที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตเกือบทั้งหมด ในโลกของเรานี้ในอากาศมีออกซิเจน 21% หมายความว่าในอากาศ 100 ส่วนจะมีออกซิเจน 21 ส่วน แต่ในน้ำจะมีออกซิเจนอยู่คิดเป็นส่วนในล้านส่วนคือ ในน้ำหนึ่งล้านส่วนจะมีออกซิเจนอยู่ประมาณสิบส่วนเท่านั้น จะเห็นว่าความเข้มข้นของออกซิเจนในน้ำจะมีค่าต่ำมากๆ ดังนั้นเมื่อระดับของออกซิเจนในน้ำมีค่าเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย จึงมีผลกระทบต่อสัตว์น้ำอย่างมาก สำหรับออกซิเจนที่อยู่ในน้ำนั้นเราเรียกว่า ออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen หรือ DO) ปกติแล้วความสามารถในการละลายลงน้ำหรือซึมเข้าไปอยู่ในน้ำของออกซิเจนจะมีค่าจำกัดอยู่ ค่าจำกัดนี้เรียกว่า ค่าอิ่มตัว ซึ่งขึ้นอยู่กับความเค็ม อุณหภูมิและความดัน ดังนั้นที่ความเค็มและอุณหภูมิหนึ่งๆ ค่าออกซิเจนละลายจะมีขีดจำกัดอยู่ที่ค่าหนึ่งเท่านั้น

จากการสำรวจจะเห็นว่า ในน้ำจืดออกซิเจนจะละลายได้ดีกว่าในน้ำเค็ม และในน้ำเย็นก็เช่นกันออกซิเจนก็จะละลายได้ดีกว่าในน้ำร้อนเช่นกัน ดังนั้นเมื่อเข้าสู่หน้าร้อน อุณหภูมิและความดันก็จะสูงขึ้น มีผลให้กุ้งมักจะงอแง จึงต้องเติมอากาศลงน้ำด้วยวิธีทางกล ในสภาพความดันปกติ ออกซิเจนจะมีค่าไม่เกินจุดอิ่มตัว กล่าวคือเราไม่สามารถต้มน้ำไม่ว่าจะใช้แพคเคิ้ลวิล แอร์เจ็ตซูเปอร์ชาร์จ หัวทราย ท่อหรือจานจ่ายอากาศทำให้น้ำมีปริมาณออกซิเจนละลายเกินกว่าค่าอิ่มตัว แต่ออกซิเจนที่เกิดจากการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช จะซึมละลายแทรกเข้าไปในน้ำ ในระดับโมเลกุลและเป็นออกซิเจนล้วนๆไม่เหมือนกับการเติมอากาศทางกล ดังนั้นปริมาณออกซิเจนละลายที่เกิดจากการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืชจะมีค่าสูงเกินกว่าจุดอิ่มตัวและเมื่อมีการกระทบกระเทือนต่อน้ำที่มีแก๊สละลายเกินจุดอิ่มตัว น้ำจะปล่อยแก๊สละลายที่เกินจุดอิ่มตัวนั้นออกมา

เหตุการณ์แบบนี้คือ สิ่งที่จะเกิดขึ้นในบ่อเลี้ยงกุ้ง ในช่วงเวลากลางวันที่มีแสงแดดก็จะมีการสังเคราะห์แสงให้ออกซิเจนออกมาจึงไม่จำเป็นต้องตีน้ำมากในช่วงเวลาที่มีแดด แต่ยังคงตีน้ำบ้างเพื่อเคล้าน้ำและปรับอุณหภูมิเราจะได้ออกซิเจนฟรีจากพลังแสงอาทิตย์และปริมาณออกซิเจนละลายจะมีค่าสูงกว่าจุดอิ่มตัวทำให้ปริมาณออกซิเจนในบ่อมีอยู่อย่างเหลือเฟือและยังเป็นทุนสำรองที่ได้มาฟรี ดังนั้นหลังจากที่มีแดดแล้วแทนที่เราต้องเปิดเครื่องตีน้ำเต็มๆ เพื่อเพิ่มออกซิเจนในบ่อทันที เราก็ยังมีทุนสำรองอยู่ ทำให้ไม่ต้องตีน้ำมากในช่วงหัวค่ำ ในทางกลับกันถ้าเราไปตีน้ำแรงๆ ในช่วงบ่ายที่มีแดดจัด แทนที่ออกซิเจนละลายที่ได้จากการสังเคราะห์แสงที่มีค่าเกินจุดอิ่มจะคงอยู่ในน้ำเพื่อเป็นทุนสำรองให้เราได้ใช้ในตอนหัวค่ำก็จะระเหยกลับคืนสู่อากาศ ถ้าไม่มีการตีน้ำเลย น้ำจะไม่มีการเคลื่อนไหว บริเวณที่แพลงก์ตอนสังเคราะห์แสงได้ก็จะเป็นช่วงบนๆ ของผิวน้ำ แพลงก์ตอนในน้ำส่วนที่อยู่ลึกลงไปก็รับแสงน้อย ทำให้การสังเคราะห์แสงทำได้ไม่เต็มที่ ในส่วนลึกของน้ำก็จะได้ออกซิเจนจากการสังเคราะห์แสงน้อยทั้งยังมีปัญหาเรื่องของอุณหภูมิในน้ำที่จะทำให้ น้ำมีการแบ่งชั้นของอุณหภูมิ ที่มีผลกระทบต่อกุ้งด้วย การตีน้ำเบาๆ หรือการเคล้าน้ำนั้นจะทำให้ น้ำมีการเคลื่อนไหว น้ำที่อยู่ส่วนลึกก็จะสามารถขึ้นมาคลุกเคล้าผสมกับน้ำที่อยู่ผิวๆ ทำให้มวลน้ำทั้งหมดมีออกซิเจนละลายที่เท่า ๆ กัน เหมือนกับว่าเป็นการลำเลียงออกซิเจนลงไปสะสมไว้กับน้ำที่อยู่ส่วนลึกนั่นเอง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.2.1 เพื่อออกแบบและสร้างไบโอดีเมออากาศ
- 1.2.2 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเติมออกซิเจนในน้ำ
- 1.2.3 เพื่อลดต้นทุนในการผลิตไบโอดีเมออากาศ

1.3 ขอบเขตการศึกษาของโครงการ

- 1.3.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเลี้ยงกุ้ง
- 1.3.2 ออกแบบและสร้างไบโอดีเมออากาศ
- 1.3.3 ทดลองการทำงานของไบโอดีเมออากาศ
- 1.3.4 ตรวจสอบวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนหลังการทำงานของกังหัน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 ได้นำความรู้ทางด้านวิศวกรรมมาใช้ในการออกแบบ และสร้างไบโอดีเมออากาศ
- 1.4.2 ได้เครื่องเติมปริมาณออกซิเจนในน้ำที่มีความเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง
- 1.4.3 ได้ไบโอดีเมออากาศที่จะช่วยลดพลังงาน ลดค่าใช้จ่ายในขบวนการผลิต

1.5 เนื้อหาภายในปริญญาานิพนธ์

เนื้อหาของปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้มี 5 บท ซึ่งบทที่ 2 จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งออกเป็นทฤษฎีที่เกี่ยวกับคำอิมิตัวของออกซิเจนที่ความเค็มและอุณหภูมิต่างๆ ทฤษฎีที่เกี่ยวกับความเข้มข้นของออกซิเจนในน้ำ ทฤษฎีที่เกี่ยวกับดัชนีคุณภาพน้ำเพื่อนำไปใช้เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ทฤษฎีที่เกี่ยวกับ วิธีวิเคราะห์ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ในส่วนของบทที่ 3 จะเป็นขั้นตอนวิธีการดำเนินการ บทที่ 4จะเป็นผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลองและบทที่ 5 จะเป็นผลการทดลองและข้อเสนอแนะ



บทที่ 2

ทฤษฎีที่สำคัญและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการออกแบบและสร้างไบโพลีเมอร์ได้ศึกษาข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆเพื่อทำการวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนที่เพียงพอต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำและพืชน้ำและสิ่งที่จะต้องวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

- ดัชนีคุณภาพน้ำ เพื่อใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
- คุณภาพที่เหมาะสมในการเลี้ยงกุ้ง
- วิธีวิเคราะห์ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ
- การอิมตัวของออกซิเจนที่ความเค็มและอุณหภูมิต่าง ๆ
- วิธีการปฏิบัติงานในการศึกษาค้นคว้าเรื่องน้ำ
- ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลและการออกแบบ

2.1 ดัชนีคุณภาพน้ำ เพื่อใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

จำแนกได้ 3 ลักษณะคือ ลักษณะทางกายภาพ ลักษณะทางเคมีภาพ และลักษณะทางชีวภาพ

2.1.1 ลักษณะทางกายภาพ หมายถึง ดัชนีคุณภาพน้ำที่ผันแปร อันเกิดจากลักษณะกายภาพที่สามารถตรวจวัดได้และมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในทางตรงหรือทางอ้อมเช่น สี (colour), ความขุ่น (turbidity), อุณหภูมิ (temperature), ความนำไฟฟ้า (conductivity), ปริมาณสารแขวนลอย (suspended solids) ฯลฯ เป็นต้น

1) สี (colour)

o สีปรากฏ (apparent colour) หมายถึง สีของน้ำที่ปรากฏให้เห็นแก่สายตาเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเกิดจากการสะท้อนแสง จากสารแขวนลอยในน้ำ พื้นท้องน้ำหรือจากท้องฟ้า

o สีจริง (true colour) หมายถึง สีของน้ำที่เกิดจากสารละลายชนิดต่างๆอาจจะเป็น สารอินทรีย์ หรือสารอนินทรีย์ ซึ่งจะทำให้เกิดสีของน้ำต่างๆขึ้นอยู่กับลักษณะ และคุณสมบัติ เฉพาะตัวของสารเหล่านี้

- ไคอะคอมทำให้น้ำมีสีเหลืองหรือน้ำตาล
- สาหร่ายเขียวแกมน้ำเงินทำให้น้ำสีเขียวเข้ม
- แพลงก์ตอนสัตว์ทำให้น้ำมีสีแดง
- ฮิวมัสทำให้น้ำมีสี น้ำตาลอมเหลือง

2) อุณหภูมิ (temperature)

- อุณหภูมิของน้ำ เป็นปัจจัยสำคัญอันหนึ่งที่มีอิทธิพลทั้งโดยทางตรงและโดยอ้อม ต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ปกติอุณหภูมิของน้ำธรรมชาติจะผันแปรตามอุณหภูมิของอากาศ ซึ่งขึ้นอยู่กับฤดูกาล ระดับความสูงและสภาพภูมิประเทศนอกจากนี้ ยังขึ้นอยู่กับความเข้มของแสงจาก ดวงอาทิตย์ กระแสลม ความลึก ปริมาณสารแขวนลอยหรือความขุ่น และสภาพแวดล้อมทั่วๆ ไป ของแหล่งน้ำในประเทศไทย อุณหภูมิของน้ำในธรรมชาติจะผันแปรอยู่ในช่วงระหว่าง 23 ถึง 32 องศาเซลเซียส

- ผลกระทบที่สำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำที่มีอุณหภูมิสูงขึ้น คือ ปริมาณออกซิเจนละลาย ในน้ำ จะมีอัตราผกผันหรือตรงกันข้ามกับอุณหภูมิของน้ำ กล่าวคือ เมื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้นปริมาณ ออกซิเจนละลายน้ำจะลดลง ในขณะที่ขบวนการเมตาโบลิซึมผันแปรตามอุณหภูมิดังกล่าวมาแล้ว

- การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในน้ำ มีผลทำให้พืชน้ำโดยเฉพาะแพลงก์ตอนพืชจะมีการ เจริญเติบโต และเพิ่มจำนวนปริมาณแตกต่างกัน บางชนิดชอบอาศัยอยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำ เช่น ไคอะคอมสามารถเจริญเติบโตได้ดีในน้ำ อุณหภูมิระหว่าง 15 - 25 องศาเซลเซียส สาหร่ายสีเขียว ชอบอาศัยในน้ำที่มีอุณหภูมิสูงถึง 35 องศาเซลเซียส

3) ความขุ่น (turbidity)

- ความสามารถของน้ำที่สกัดกั้น หรือดูดซับปริมาณแสงที่ส่องผ่านไว้ได้ความขุ่นของน้ำแสดง ถึงความสามารถของสารแขวนลอยในน้ำที่จะขัดขวางสะท้อนแสงและดูดซับแสงเอาไว้ สิ่งที่ทำให้ น้ำขุ่น ได้แก่ อินทรีย์และอนินทรีย์สารในน้ำตลอดจนสิ่งมีชีวิตเล็กๆ โดยปรากฏอยู่ในลักษณะสารแขวนลอย เช่น อนุภาคของดิน ทราย แพลงก์ตอน แบคทีเรีย เป็นต้น

ผลกระทบของความขุ่นต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ

- o ลดผลผลิตขั้นปฐมภูมิ น้ำที่มีความขุ่นมาก
- o เป็นอันตรายต่อระบบหายใจของสัตว์น้ำ
- o ทำให้อุณหภูมิต่ำลง
- o ชะงักการเจริญเติบโต

2.1.2 ลักษณะทางเคมีภาพ หมายถึง คำนีคุณภาพน้ำที่ผันแปรอันเนื่องมาจากปฏิกิริยาทางเคมีที่สามารถตรวจวัดได้ และมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH), ความเป็นกรด (acidity), ความเป็นด่าง (alkalinity), ความกระด้าง (hardness), ปริมาณออกซิเจนละลาย (dissolved oxygen), ไนโตรเจน (nitrogen), ฟอสฟอรัส (phosphorus), ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์อิสระ (free carbondioxide), ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (hydrogen sulphide), ความเค็ม (salinity), โลหะหนัก (heavy metals), สารพิษ (pesticides) ฯลฯ

1) ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

ระดับ pH ผลต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (กุ้ง)

- ต่ำกว่า 4.0 เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ มีผลให้ปลาและกุ้งทะเลตายได้
- 6.5 – 9.0 เป็นช่วงที่เหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
- 9.0 – 11.0 ไม่เหมาะสมแก่การดำรงชีวิต หากปรากฏว่าสัตว์น้ำต้องอาศัยอยู่เป็นเวลานาน จะให้ผลผลิตต่ำ
- สูงกว่า 11.0 เป็นพิษต่อปลาและกุ้ง

2) ปริมาณออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen)

ออกซิเจน เป็นปัจจัยที่นับว่ามีความสำคัญมากที่สุดในการดำรงชีวิตเนื่องจากสิ่งมีชีวิตทุกชนิดจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนในขบวนการต่างๆ ภายในร่างกาย เพื่อการเจริญเติบโต สัตว์น้ำก็เช่นกัน ต้องการใช้ออกซิเจนโดยเฉพาะเพื่อการหายใจ ความสามารถในการละลายน้ำของแก๊สออกซิเจนจำกัด ขึ้นอยู่กับความกดดันของบรรยากาศ อุณหภูมิของน้ำ และปริมาณเกลือแร่ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในน้ำ ความสามารถในการละลายของแก๊สออกซิเจนในน้ำจืด อยู่ในระหว่าง 14.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ 0 องศาเซลเซียสและ 6.8 มิลลิกรัมต่อลิตรที่ 35 องศาเซลเซียส ในสภาพความกดดัน 1 บรรยากาศ

สาเหตุการเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำ

- จากบรรยากาศโดยตรง
- จากขบวนการสังเคราะห์แสง (photosynthesis)
- จากขบวนการด้านเคมีอื่น ๆ

สาเหตุที่ลดปริมาณออกซิเจนในน้ำ

- จากการหายใจของสัตว์น้ำ และพืชน้ำ
- จากการเน่าสลายของอินทรีย์วัตถุต่าง ๆ โดยพวกแบคทีเรีย
- จากขบวนการทางเคมีของสารประกอบหรือแร่ธาตุต่าง ๆ
- จากการหมุนเวียนของน้ำ หรือการผสมกับน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนละลายต่ำ
- สัตว์น้ำและพืชน้ำ ใช้ออกซิเจนละลายในน้ำเพื่อการหายใจ โดยเฉพาะในตอนกลางคืน
- จะเกิดปรากฏการณ์ขาดออกซิเจนในน้ำในตอนเช้าและจะมีมากขึ้นไปในตอนบ่าย
- การควบคุมปริมาณพืชน้ำหรือแพลงก์ตอน จึงมีความจำเป็นเพื่อที่จะให้ปริมาณออกซิเจนเพียงพอสำหรับการดำรงชีวิตตลอดวัน
- การเน่าสลายของอินทรีย์วัตถุต่าง ๆ โดยแบคทีเรีย ต้องการใช้ออกซิเจนเช่นเดียวกันหรือที่เรียกว่า Biochemical Oxygen Demand (BOD) ซึ่งใช้เป็นดัชนีในการแสดงว่าน้ำแห่งนั้นมี ความเน่าเสียมากน้อยเพียงใด
- สำหรับกุ้งกุลาดำ จะมีความทนทานต่อระดับการขาดออกซิเจนได้ดีกว่ากุ้งขาวแวนนาไมที่ระดับออกซิเจนต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร กุ้งขาวแวนนาไมเริ่มมีระดับการเจริญเติบโตลดลง ในขณะที่ระดับออกซิเจนต่ำกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร กุ้งขาวและกุ้งกุลาดำเริ่มแสดงอาการ กระสับกระส่ายเนื่องจากการขาดออกซิเจน

3) ความเค็ม (Salinity)

- ปริมาณของของแข็งหรือเกลือแร่ต่างๆ โดยเฉพาะ โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ที่ละลายอยู่ในน้ำโดยนิยามคิดเป็นหน่วยน้ำหนักของสารดังกล่าวเป็นกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหรือส่วนในพัน (parts per thousand, ppt)

การแบ่งคุณภาพน้ำตามระดับความเค็ม

- จืด (fresh water) มีความเค็มระหว่าง 0 – 0.5 ส่วนในพัน
- น้ำกร่อย (brackish water) มีความเค็มระหว่าง 0.5 – 30.0 ส่วนในพัน
- น้ำเค็ม (sea water) มีค่าความเค็มมากกว่า 30 ส่วนในพันขึ้นไป
- ความเค็มของน้ำมีผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ โดยเฉพาะระบบการควบคุมปริมาณน้ำภายในร่างกาย (water regulatory system) ซึ่งมีผลมาจากความแตกต่างของแรงดัน osmotic ระหว่างภายในตัวสัตว์น้ำและน้ำภายนอก
- สัตว์น้ำจืดจะมีแรงดัน osmotic ภายในตัวสูงกว่าน้ำที่อยู่ภายนอก
- สัตว์น้ำเค็มที่อาศัยอยู่ในทะเลจะมีแรงดัน osmotic ต่ำกว่าน้ำทะเล

2.1.3 ลักษณะทางชีวภาพ หมายถึง ดัชนีคุณภาพน้ำที่ผันแปร เนื่องจากสิ่งมีชีวิตในน้ำอันมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำทั้งทางตรงและอ้อมเช่น แพลงก์ตอนพืชและสัตว์ (plankton), แบคทีเรีย (bacteria), พืชน้ำ (aquatic macrophytes), เชื้อโรค (pathogens) ฯลฯ

2.2 คุณภาพที่เหมาะสมในการเลี้ยงกุ้ง

คุณภาพน้ำที่เหมาะสมในระหว่างกุ้งที่ผู้เลี้ยงต้องให้ความสำคัญและตรวจวัดอยู่เสมอพอที่จะสรุปได้ดังนี้

1. ความโปร่งแสง 35-45 ซม. ตลอดการเลี้ยง
2. ตรวจวัดพีเอช วันละ 2 ครั้ง ช่วงเช้า 06.00 น. ค่าพีเอชควรอยู่ในช่วง 7.5-7.8 แต่ไม่ควรเกิน 8.0 ในช่วงบ่าย 15.00 น. ค่าพีเอชควรอยู่ในช่วง 8.0-8.3 แต่ไม่ควรเกิน 8.5 หากพบว่าค่าพีเอชในช่วงเช้า ต่ำกว่า 7.5 และช่วงบ่ายต่ำกว่า 8.0 ต้องใช้วัสดุปูน เช่น ปูนมาร์ลหรือโดโลไมท์หว่านในบ่อในช่วงกลางคืนในอัตรา 20-25 กก.ต่อไร่ที่ระดับความลึกของน้ำ 1 เมตร
3. ออกซิเจนในบ่อเลี้ยงควรอยู่ในช่วง 5-10 พีพีเอ็ม. แต่ต้องไม่ต่ำกว่า 3.5 พีพีเอ็ม. กรณีที่มีการเลี้ยงแบบหนาแน่นต้องมีการใช้ให้อากาศช่วยเช่น เครื่องตีน้ำในสัดส่วนเครื่อง 2 แรงม้า 4 ใบตี่น้ำ ต่อ พื้นที่บ่อ 1 ไร่

4. ก๊าซไนโตรท์และแอมโมเนีย ไม่ควรมากกว่า 0.1 ppm กรณีที่แอมโมเนียและไนโตรท์มากกว่า 0.3 พีพีเอ็ม ควรเปลี่ยนถ่ายน้ำในบ่อเลี้ยง โดยเปลี่ยนถ่ายน้ำออก 1 ใน 3 ส่วน แล้วทำการปรับสภาพพื้นบ่อด้วย ซีโอไลท์ในอัตรา 25 กก.ต่อไร่ หรือ ไคลนออปติโลไลท์ 10 กก.ต่อไร่ ที่ระดับความลึกของน้ำ 1 เมตร หากพื้นบ่อมีการเน่าเสียมากและมีการปลดปล่อยก๊าซพิษตลอดเวลา ควรใช้จุลินทรีย์ในการช่วยย่อยสลายของเสียและลดแอมโมเนียและไนโตรท์
5. อัลคาไลน์ดี ในรอบวันในระหว่างการเลี้ยง ควรอยู่ในช่วงระหว่าง 80 - 120 ppm กรณีที่อัลคาไลน์ดีต่ำกว่า 80 ppm จะทำให้กุ้งเปลือกนึ่มลอกคราบแล้วเปลือกแข็งช้าหรือไม่แข็งเลย ทำให้เชื้อโรคเข้าทำลายกุ้งก้ามกรามได้ง่ายและตายในที่สุดต้องทำการแก้ไขโดยใช้วัสดุปูน เช่น ปูนขาว หรือ โคลโลไมท์ ช่วยเพิ่มค่า อัลคาไลน์ ในช่วงกลางคืน ในอัตรา 20-25 กก.ต่อไร่
6. แบคทีเรียที่ก่อโรค กรณีที่พบว่า ที่การระบาดของแบคทีเรียที่ก่อโรค เช่น เรืองแสง แก้มดำ เปลือกผุ ควรทำการฆ่าลดปริมาณเชื้อ โดยใช้ไอโอดีน หรือ กลูตารอลดีไฮด์ เนื่องจากสารทั้ง 2 ชนิดไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ไม่ทำให้แพลงก์ตอนพืช และ สัตว์ตาย

2.3 วิธีวิเคราะห์ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

วิธีวิเคราะห์ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ สามารถแบ่งออกเป็น 2 วิธีคือ

- วิธีที่ 1 เอไซด์แบบปรับปรุง (Azide Modification) หรือ วิธี วินเคลอแบบปรับปรุง
- วิธีที่ 2 เมมเบรนอิเล็กโทรด (เครื่องวัดค่า DO)

2.3.1 วิธีที่ 1 เอไซด์แบบปรับปรุง (Azide Modification) หรือ วิธี วินเคลอแบบปรับปรุง

1) การไตเตรต

ขั้นตอนการทดลอง

1.1) กำหนดความลึกและเก็บตัวอย่างน้ำที่จะวิเคราะห์ลงในขวดบีโอดีให้เต็ม โดยใช้วิธีกัลกน้ำ ซึ่งต้องปล่อยน้ำให้สิ้นพื้นคอขวดออกมาสักพักระวังอย่าให้มีฟองอากาศ สำหรับตัวอย่างน้ำซึ่งเก็บจากแหล่งน้ำตามธรรมชาติเช่น จากแม่น้ำ ทะเลสาบ เป็นต้น ถ้าเก็บบริเวณผิวน้ำให้ใช้วิธีแบบจ้วงตัก โดยคว่ำขวดบีโอดี แล้วกดให้จมลงใต้น้ำค่อย ๆ เียงขวดขึ้นให้น้ำไหลเข้าขวดแทนที่อากาศจนน้ำเต็มขวดยกขึ้นเหนือผิวน้ำ ถ้าเก็บบริเวณใต้น้ำลึกๆจะต้องใช้เครื่องเก็บตัวอย่างน้ำพิเศษสำหรับดีโอโดยเฉพาะ

1.2) เติมสารละลายแมงกานีสซัลเฟต 1 มล. และสารละลายอัลคาไล-ไอโอไดค์-เอไซด์ 1 มล. โดยให้ปลายปิเปตต่ออยู่ใต้ผิวน้ำในขวด บีโอดี

1.3) ปิดจุกขวดระวังอย่าให้มีฟองอากาศเขย่าแรงโดยการกลับขวดไปมาประมาณ 15 ครั้ง จะเกิดตะกอนสีน้ำตาลปล่อยให้ตกตะกอน(ถ้าเกิดตะกอนสีขาวแสดงว่าตัวอย่างน้ำไม่มีออกซิเจนละลาย)

1.4) เปิดจุกออกแล้วเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 2.0 มล. โดยปล่อยให้กรดค่อย ๆ ไหลลงไปตามข้าง ๆ ขวด โดยให้ปลายปิเปตต่ออยู่เหนือผิวน้ำปิดจุก เขย่าโดยการกลับขวดไปมาจนกระทั่งตะกอนละลายหมด ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที ก่อนนำไปไตเตรต สารละลายนี้จะเก็บไว้ได้ 2 ชั่วโมง

1.5) กำหนดปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่จะใช้ในการไตเตรต โดยยึดถือปริมาตรเริ่มต้นของน้ำตัวอย่าง 200 มล. เป็นหลัก นั่นคือถ้าขวด บีโอดีขนาด 300 มล. และเติมแมงกานีสซัลเฟต และสารละลายอัลคาไล-ไอโอไดค์-เอไซด์ อย่างละ 1 มล. รวมเป็น 2 มล.

ปริมาตรที่จะต้องนำมาไตเตรตจะเป็น
$$\frac{(200 \times 300)}{(300 - 2)} = 201 \text{ มล.}$$

ดังนั้นจึงต้องตวงสารละลาย ตัวอย่าง 201 มล. ใส่ขวดรูปกรวยเพื่อนำไปไตเตรต

1.6) ไตเตรตสารละลายตัวอย่างด้วยโซเดียมไรโอซัลเฟต 0.0250 นอร์มัล จนกระทั่งสีเหลืองเริ่มจางลง (สีฟางข้าว) เติมน้ำแ่ง 1 มล. จะได้สีน้ำเงินไตเตรตต่อไปจนกระทั่งสีน้ำเงินหายไป (ถึงจุด end point พอดี)

1.7) ตั้งสารละลายตัวอย่างน้ำที่ไตเตรตได้ไว้ประมาณ 7-10 นาที เพื่อรอดูปฏิกิริยาย้อนกลับ

การคำนวณ

เนื่องจาก 1 มล. ของโซเดียมไซโอซัลเฟต 0.0250 นอร์มัล สมมูลกับออกซิเจนละลาย 1 มก./ลิตร เมื่อปริมาตรของตัวอย่างเริ่มต้น 200 มล. เช่นดั่งนั้นเมื่อใช้สารละลายโซเดียมไซโอซัลเฟตในการไตเตรตไป 5.0 มล. ตัวอย่างน่าจะมีออกซิเจนละลายอยู่ 5.0 มก./ลิตร

การเตรียมสารเคมีมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สารละลายแมงกานีสซัลเฟต

ละลายแมงกานีสซัลเฟตเตตราไฮเดรต ($\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) 480 กรัม หรือแมงกานีสซัลเฟตไดไฮเดรต ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) 400 กรัม หรือแมงกานีสซัลเฟตโมโนไฮเดรต ($\text{MnSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 364 กรัม ในน้ำกลั่นนำมากรองแล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร

ขั้นตอนที่ 2 สารละลายอัลคาไล-ไอโอไดค์-เฮไซค์

ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 500 กรัม (หรือโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ 700 กรัม) และโซเดียมไอโอไดค์ (NaI) 135 กรัม (หรือโปแตสเซียมไอโอไดค์ 150 กรัม) ในน้ำกลั่นเจือจางให้เป็น 1 ลิตร และสารละลายโซเดียมเฮไซค์ (NaN_3) 10 กรัม ในน้ำกลั่น 40 มล. แล้วเติมลงในสารละลายข้างต้น

ขั้นตอนที่ 3 กรดซัลฟูริกเข้มข้น (36 นอร์มัล)

ขั้นตอนที่ 4 น้ำแข็ง

ละลายแข็งมันสำปะหลัง 5 กรัมในน้ำต้ม 800 มล. เติมน้ำให้ได้ 1 ลิตรต้มให้เดือด 2 – 3 นาทีตั้งค้างคืน ใช้น้ำใส เติมกรดซาลิไซลิก (Salicylic Acid) 1.25 กรัมต่อน้ำแข็ง 1 ลิตร

ขั้นตอนที่ 5 สารละลายโซเดียมไซโอซัลเฟต 0.1 นอร์มัล

ละลายโซเดียมไซโอซัลเฟตเพนตะไฮเดรต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) จำนวน 24.82 กรัม ในน้ำต้มที่เย็นแล้วเติมจนได้ปริมาตร 1 ลิตรเก็บรักษาโดยการเติมกลอโรฟอร์ม 5 มล. หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 กรัมต่อสารละลาย 1 ลิตร

ขั้นตอนที่ 6 สารละลายมาตรฐาน โซเดียมไธโอซัลเฟต 0.0250 นอร์มัล

เตรียมโดยเจือจางสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.1 นอร์มัล จำนวน 250 มล. ด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1 ลิตร เก็บรักษาโดยการเติมคลอโรฟอร์ม 5 มล. หรือใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.4 กรัมต่อสารละลาย 1 ลิตร สารละลายนี้ต้องนำมาหาความเข้มข้นที่แน่นอน (Standardization) ด้วยสารละลายมาตรฐาน โปแตสเซียมไดโครเมต

ขั้นตอนที่ 7 สารละลายมาตรฐาน โปแตสเซียมไดโครเมต 0.0250 นอร์มัล

ละลายโปแตสเซียมไดโครเมตที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 103°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จำนวน 1.226 กรัมต่อน้ำกลั่น 1 ลิตร

ขั้นตอนที่ 8 การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต

โดยละลายโปแตสเซียมไอโอไดด์ (KI) ประมาณ 2 กรัม ในน้ำกลั่น 150 มล. ใส่ขวดรูปชมพู่ เติมกรดซัลฟูริก (1 + 9) 10 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลายมาตรฐาน โปแตสเซียมไดโครเมต 0.0250 นอร์มัล จำนวน 20 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ในที่มืด 5 นาที เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 200 มิลลิลิตร แล้วไตเตรตด้วยสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต โดยใช้แป้งเป็นอินดิเคเตอร์ (จากสีน้ำเงินจนไม่มีสี) ซึ่งปกติจะปรับความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต เท่ากับ 0.0250 นอร์มัลพอดี เพื่อสะดวกในการคำนวณ ถ้าสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต มีความเข้มข้น 0.0250 นอร์มัลพอดี ปริมาตรที่ใช้ในการไตเตรตจะเท่ากับ 20.0 มล.พอดี

ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต (นอร์มัลลิตี) $N = \frac{0.0250 \times 20}{A}$

ในเมื่อ A = ปริมาตรสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้ไตเตรต (มล.)

สูตรในการคำนวณหาค่า DO

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณค่า DO} &= \frac{N \times B \times 8 \times 1,000}{\text{ปริมาตรน้ำตัวอย่าง}} \quad \text{มก. / ลิตร} \\ &= \frac{0.0250 \times (\text{ปริมาตร Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ ที่ใช้}) \times 8 \times 1,000}{200} \quad \text{มก. / ลิตร} \end{aligned}$$

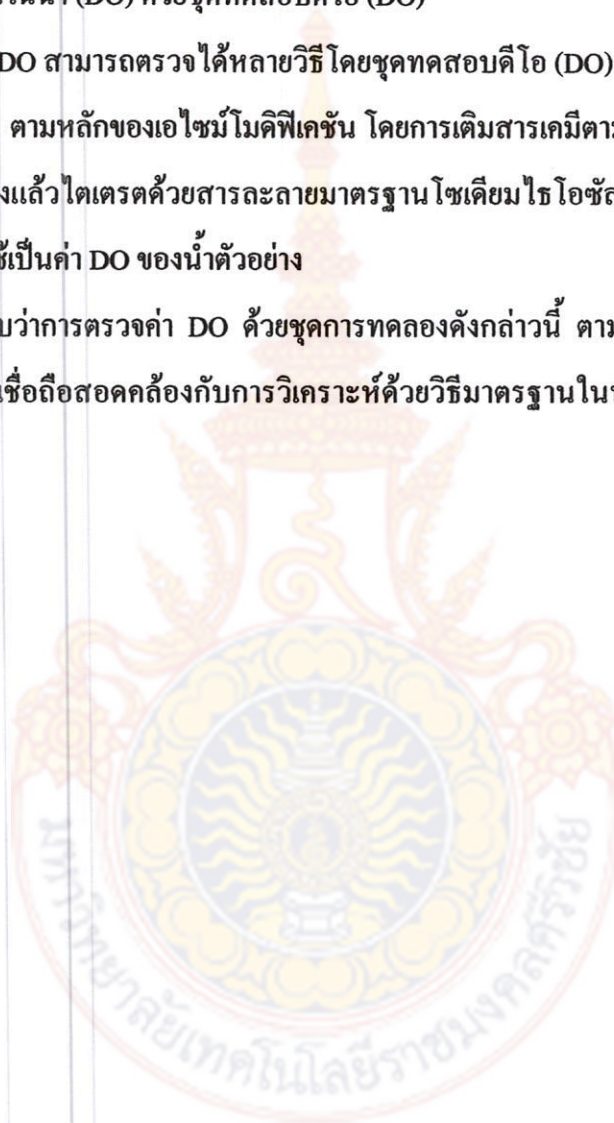
2) การใช้ชุดทดสอบ

การตรวจหาค่า DO สามารถตรวจได้หลายวิธี แต่วิธีที่เหมาะสมที่สุดในการทดสอบคือ การตรวจหาค่าออกซิเจนในน้ำ (DO) ด้วยชุดทดสอบดีไอ (DO)

การตรวจหาค่าออกซิเจนในน้ำ (DO) ด้วยชุดทดสอบดีไอ (DO)

การตรวจหาค่า DO สามารถตรวจได้หลายวิธีโดยชุดทดสอบดีไอ (DO) นี้เป็นวิธีประยุกต์ที่ปฏิบัติได้ในภาคสนาม ตามหลักของเฮลม์โฮลทซ์ โดยการเติมสารเคมีตามชนิดและปริมาณที่กำหนดลงในน้ำตัวอย่างแล้วไตเตรตด้วยสารละลายมาตรฐาน โซเดียมไธโอซัลเฟต ปริมาตรของโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้เป็นค่า DO ของน้ำตัวอย่าง

จากการศึกษาพบว่า การตรวจค่า DO ด้วยชุดการทดลองดังกล่าวนี้ ตามขั้นตอนที่ถูกต้อง พบว่ามีความถูกต้องน่าเชื่อถือสอดคล้องกับการวิเคราะห์ด้วยวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการไม่น้อยกว่า 75 %



การทดลองหาปริมาณออกซิเจนในน้ำโดยใช้ชุดทดสอบ

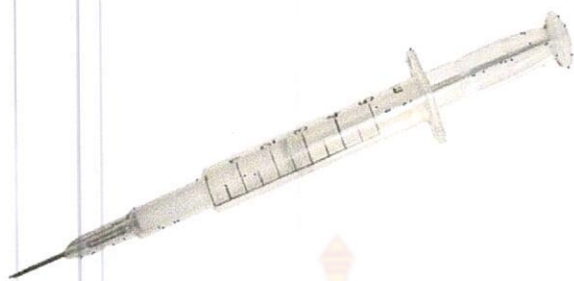
-อุปกรณ์การทดลอง



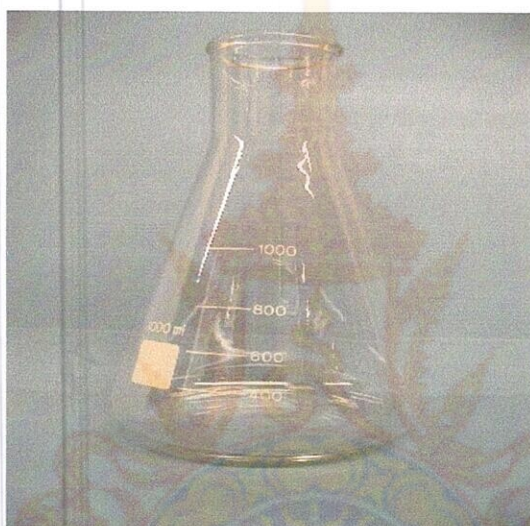
รูปที่ 2.1 แสดงอุปกรณ์การตรวจหาค่าออกซิเจนในน้ำ (DO)



รูปที่ 2.2 แสดงกระบอกเก็บตัวอย่างน้ำ



รูปที่ 2.3 แสดงเข็มฉีดยา



รูปที่ 2.4 แสดงขวดแก้วรูปชมพู่

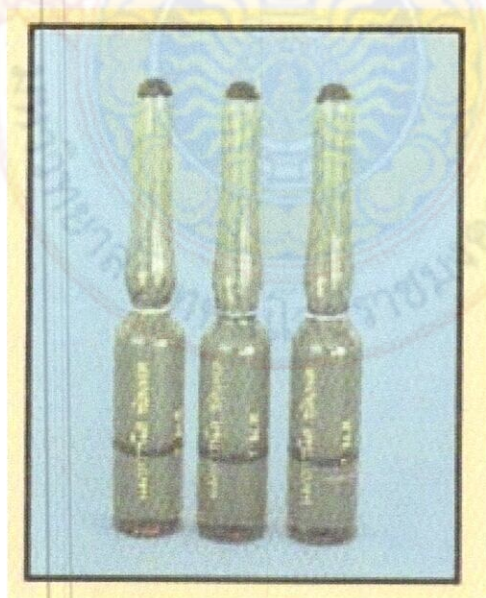


รูปที่ 2.5 แสดงขวด BOD

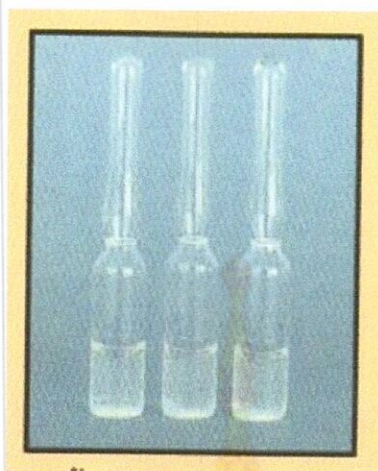
- สารเคมี



รูปที่ 2.6 แสดงสารละลายมาตรฐาน โซเดียมไฮโอซัลเฟต



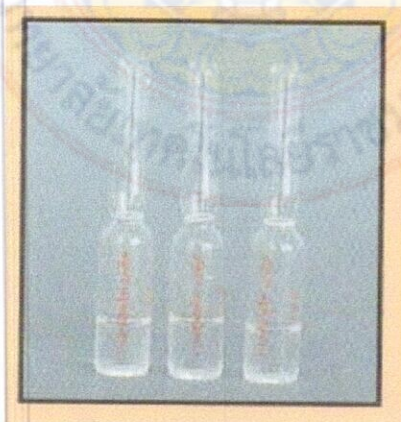
รูปที่ 2.7 แสดงสารละลายแมงกานีสซัลเฟต



รูปที่ 2.8 แสดงน้ำเบิ้ง



รูปที่ 2.9 แสดงสารละลายอัลคาไลด์ไอโอดีนไฮโดรไซด์



รูปที่ 2.10 แสดงสารละลายกรดซัลฟูริก

ขั้นตอนการตรวจหาออกซิเจนละลายในน้ำ (DO) โดยการใช้ชุดทดสอบ

ขั้นตอนที่ 1 หย่อนกระบอกเก็บตัวอย่างน้ำ พร้อมขวดบีโอดี (ไม่ใช่จุกแก้ว) ในน้ำที่มีความลึก 50 – 100 ซม. รอจนน้ำเต็มกระบอกตัวอย่าง สังเกตได้โดยไม่มีฟองอากาศลอยขึ้นมาบนผิวน้ำ



รูปที่ 2.11 แสดงกระบอกเก็บตัวอย่างน้ำ

ขั้นตอนที่ 2 ค้างขวดบีโอดีขึ้นมาจากกระบอกเก็บน้ำตัวอย่างน้ำ



รูปที่ 2.12 แสดงการค้างขวดบีโอดี

ขั้นตอนที่ 3 เคาะหลอดแมงกานีสซัลเฟต 1 หลอด เมาๆ เพื่อให้สารละลายลงมาอยู่ที่ก้นหลอด



รูปที่ 2.13 แสดงการเคาะหลอดแมงกานีส

ขั้นตอนที่ 4 พันรอบแถบสีขาวบริเวณคอหลอดด้วยกระดาษทิชชู
แล้วหักคอหลอด ให้แยกออกจากกัน จนหมดหลอด



รูปที่ 2.14 แสดงการหักคอหลอดแมงกานีส

ขั้นตอนที่ 5 เปิดจุกขวดบีโอดี ค่อยๆ รินเมงกานีสลงไปในช่วงจนหมดหลอดซีลเฟด



รูปที่ 2.15 แสดงการรินเมงกานีสลงไปในช่วง

ขั้นตอนที่ 6 เคาะหลอดแอลคาไลน์ไอโอไดด์เอไซด์ 1 หลอดพันรอบแถบสีขาวยบริเวณคอคอดหลอดด้วยกระดาษทิชชู แล้วหักคอคอดหลอดให้แยกออกจากกัน แล้วรินแอลคาไลน์ไอโอไดด์เอไซด์ ลงในช่วงจนหมด



รูปที่ 2.16 แสดงการเคาะหลอดแอลคาไลน์ไอโอไดด์เอไซด์

ขั้นตอนที่ 7 ปิดจุกขวดบีโอดีแล้วพลิกขวดไปมา 15 ครั้งจนเห็นมีตะกอนสีน้ำตาลเกิดขึ้น



รูปที่ 2.17 แสดงการพลิกขวดไปมา

ขั้นตอนที่ 8 ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน จนได้ส่วนบนเป็นน้ำใสไม่น้อยกว่าครึ่งขวด



รูปที่ 2.18 แสดงตะกอนที่เกิดขึ้น

ขั้นตอนที่ 9 เคาะหลอดกรดซัลฟิวริก 1 หลอดพันรอบแถบสีขาวบริเวณคอหลอดด้วยกระดาษทิชชู แล้วหักคอหลอดให้แยกออกจากกันแล้วรินกรดซัลฟิวริกลงในขวดจนหมด



รูปที่ 2.19 แสดงการเคาะหลอดกรดซัลฟิวริก

ขั้นตอนที่ 10 ปิดจุกขวดก่อนที่ตะกอนจะลอยจากปากขวด แล้วพลิกขวดไปมาจนตะกอนละลายหมดได้สารละลายสีเหลือง



รูปที่ 2.20 แสดงการพลิกขวดไปมาจนตะกอนละลายหมด

ขั้นตอนที่ 11 เทสารละลายสีเหลือง (จากข้อ10) ใส่ในขวดแก้วรูปชมพู่
จนถึงขีดสีแดงที่ขีดไว้ (100.7 มิลลิลิตร)



รูปที่ 2.21 แสดงการเทสารละลายสีเหลืองใส่ในขวดแก้วรูปชมพู่

ขั้นตอนที่ 12 ใช้เข็มฉีดยาคูดสารละลายมาตรฐาน โซเดียมไธโอซัลเฟต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)
เข้มข้น 0.0125 นอร์มัล 10 มิลลิลิตร (ถึงขีดบนของหลอดต้องไม่มีฟองอากาศในหลอด)



รูปที่ 2.22 แสดงการดูดสารละลายมาตรฐาน โซเดียมไธโอซัลเฟต

ขั้นตอนที่ 13 หยดสารละลายมาตรฐานโซเดียมไซโอซัลเฟตลงในขวดรูปชมพู่ที่ละหยด พร้อมแกว่งขวดเป็นรูปร่างกลมตามเข็มนาฬิกา หรือทวนเข็มนาฬิกา จนสารละลายสีเหลืองมีสีจางลง



รูปที่ 2.23 แสดงการหยดสารละลายมาตรฐาน โซเดียมไซโอซัลเฟต

ขั้นตอนที่ 14 เติมน้ำแฉ่ง 1 หลอด พันรอบแถบสีขาวบริเวณคอขวดหลอดแล้วหัก คอขวดหลอดให้แยกออกจากกันแล้วรินน้ำแฉ่งลงในขวดแก้วรูปชมพู่จะได้สารละลายสีน้ำเงิน



รูปที่ 2.24 แสดงการรินน้ำแฉ่งลงในขวดแก้วรูปชมพู่

ขั้นตอนที่ 15 หยดสารละลายมาตรฐาน โซเดียมโคริออกซ์เพดต่อไปซ้ำๆ ทีละหยดในขวดแก้ว



รูปที่ 2.25 แสดงการหยดสารละลายมาตรฐาน โซเดียมโคริออกซ์เพด

ขั้นตอนที่ 16 หยดสารละลายมาตรฐาน โซเดียมโคริออกซ์เพด จนสีน้ำเงินจางหายจึงหยุดการตรวจ



รูปที่ 2.26 แสดงสารละลายสีน้ำเงินจางหาย

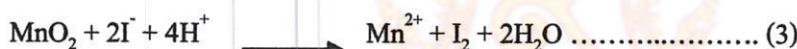
วิธีนี้เหมาะสมกับน้ำที่ค่อนข้างสะอาด และไม่มีสารรบกวนพวก Fe^{2+} , NO_2^- เจือปนอยู่ หลักการของวิธีนี้คือ การเติม Mn^{2+} เพื่อให้จับกับออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (fixation of oxygen) ได้ เป็น MnO_2 ซึ่งเป็นตะกอนสีน้ำตาล(สมการที่ 1) แต่ถ้าน้ำไม่มีออกซิเจนละลายอยู่จะได้ตะกอนสีขาวของ $Mn(OH)_2$ (สมการที่ 2) MnO_2 ที่เกิดจะทำปฏิกิริยารีดอกซ์ กับ I^- (ที่เติมจนเกินพอ) เกิดเป็น Mn^{2+} และ I_2 ภายใต้สภาวะที่เป็นกรด (สมการที่ 3) ปริมาณ I_2 ที่ได้จะพอดีกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำตัวอย่าง และวิเคราะห์ปริมาณ I_2 เกิดขึ้นด้วยการไทเทรตกับ $Na_2S_2O_3$ โดยมีน้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์ (สมการที่ 4)



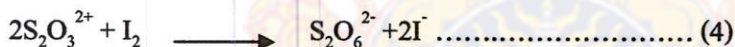
ถ้าในน้ำไม่มีออกซิเจน



เมื่อเติมกรด H_2SO_4 เข้มข้น ทำให้เกิดสภาพเป็นกรด



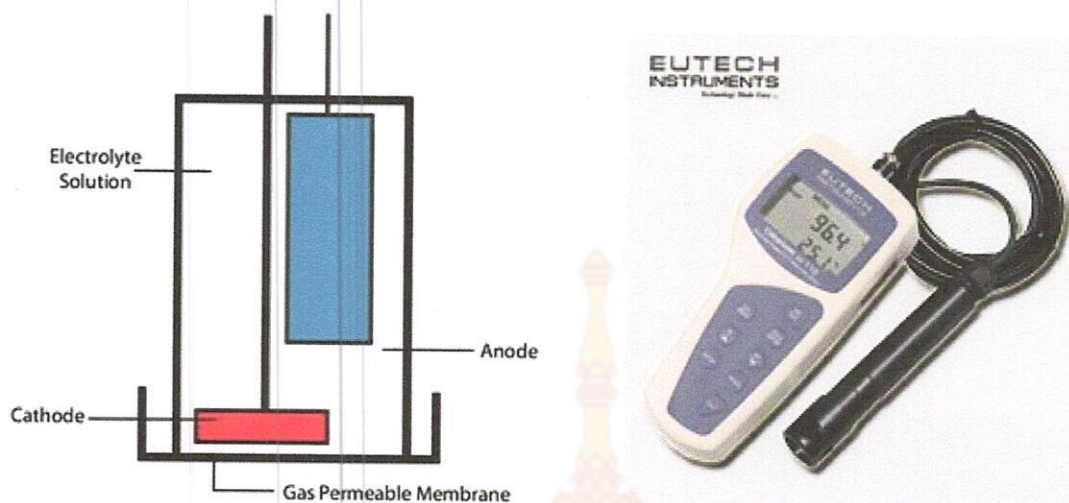
ไทเทรตด้วย $Na_2S_2O_3$ โดยใช้ น้ำแป้งเป็น indicator



2.3.2 วิธี 2 เมมเบรนอิเล็กโทรด (เครื่องวัดค่า DO)

เครื่องวัดค่าออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen meter: DO meter) พกพาสะดวก ใช้งานง่าย เหมาะกับงานปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียงานในห้องปฏิบัติการงานวิจัยต่างๆค่าออกซิเจนละลาย แสดงถึงปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ละลายอยู่ในสารละลาย

ในการวัดค่าออกซิเจนละลายนั้น ต้องมีโพรบที่เรียกว่า DO electrode ซึ่งจะประกอบไปด้วย ขั้วแอโนด, ขั้วแคโทด, สารละลายอิเล็กโทรไลต์ และ gas permeable membrane ซึ่งเมื่อเราทำการวัด เมมเบรนนี้จะยอมให้เฉพาะก๊าซออกซิเจนผ่านเข้ามาใน electrode เท่านั้น จากนั้นจะเกิดแรงดันภายในเมมเบรนแล้วก๊าซออกซิเจนจะซึมเข้าสู่สารละลายอิเล็กโทรไลต์ ซึ่ง DO meter ก็จะสามารถวัดค่าแรงดันระหว่างขั้วแอโนดและแคโทดที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของออกซิเจนในสารละลายได้



รูปที่ 2.28 แสดงเครื่องวัดค่า DO

การวัดค่า DO จำเป็นต่อกิจกรรมหลายประเภท เช่น ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกติเวทเต็ดท์ สลัดจ์ (AS) เพราะถ้าหากปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีปริมาณน้อยจะมีผลต่อจุลินทรีย์ในระบบบำบัดได้ เป็นต้น

การดูแลรักษา DO Electrode (อิเล็กโทรดวัดค่าปริมาณออกซิเจนละลาย)

การทำความสะอาด ต้องล้างด้วยน้ำเปล่า หรือน้ำ DI

การเก็บรักษา

- เก็บโพรบให้แห้งและสะอาดอยู่เสมอ
- ระวังอย่าให้แผ่นเมมเบรนเป็นรอยหรือฉีกขาด
- อย่าเก็บสายโพรบให้เกิดการหักงอ

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การอิ่มตัวของออกซิเจนที่ความเค็มและอุณหภูมิต่าง ๆ

ฝ่ายวิชาการ ชมรมกึ่งคุณภาพ ซีไอซี จังหวัดระยอง กล่าวว่า ความเข้มข้นของออกซิเจนในน้ำมีค่าต่ำมาก ๆ ดังนั้นเมื่อระดับของออกซิเจนในน้ำมีค่าเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย จึงมีผลกระทบต่อสัตว์น้ำอย่างมาก

ตาราง 2.1 แสดง ค่าอิ่มตัวของออกซิเจนที่ความเค็มและอุณหภูมิต่าง ๆ

อุณหภูมิ องศาC	ความเค็ม				
	0 ppt	5 ppt	10 ppt	15 ppt	20 ppt
0	14.6	13.8	13.0	12.1	11.3
5	12.8	12.1	11.4	10.7	10.0
10	11.3	10.7	10.1	9.6	9.0
15	10.2	9.7	9.1	8.6	8.1
20	9.2	8.7	8.3	7.9	7.4
25	8.4	8.0	7.6	7.2	6.7
30	7.6	7.3	6.9	6.5	6.1

สำหรับออกซิเจนที่อยู่ในน้ำนั้นเราเรียกว่า ออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen) หรือ (DO) ปกติแล้วความสามารถในการละลายลงน้ำหรือซึมเข้าไปอยู่ในน้ำของออกซิเจนจะมีค่าจำกัดอยู่ ค่าจำกัดนี้เรียกว่า ค่าอิ่มตัว ซึ่งขึ้นอยู่กับความเค็มอุณหภูมิ และความดัน ดังนั้นที่ความเค็มและอุณหภูมิหนึ่ง ๆ ค่าออกซิเจนละลายจะมีขีดจำกัดอยู่ที่ค่าหนึ่งเท่านั้น

จากตารางจะเห็นว่าในน้ำจืด ออกซิเจนจะละลายได้ดีกว่าในน้ำเค็ม และในน้ำเย็นออกซิเจนก็จะละลายได้ดีกว่าในน้ำร้อนเช่นกัน ตรงนี้ก็พอจะบอกได้ว่าในน้ำร้อนที่อุณหภูมิสูงและความเค็มสูงทำไมกุ้งจึงมักจะอแง

และยังกล่าวอีกว่า วิธีการที่ออกซิเจนในอากาศละลายเข้าไปอยู่ในน้ำ เรานิยามว่าเป็นการแลกเปลี่ยนออกซิเจน ซึ่งน้ำกับอากาศต้องสัมผัสกัน กล่าวได้ว่าการแลกเปลี่ยนออกซิเจนเกิดได้ที่ผิวสัมผัส ยิ่งผิวสัมผัสมีมากการแลกเปลี่ยนออกซิเจนก็จะมีมากตามไปด้วย

ลองมาคูกลองกระดาศขนาด $1 \times 1 \times 1$ เมตร ซึ่งมีปริมาตร 1 ลบ.ม.จะมีพื้นที่ผิวเท่ากับ 6 ตร.ม. ถ้าเป็นกอลงกระดาศขนาด $2 \times 2 \times 2$ เมตร ซึ่งมีปริมาตร 8 ลบ.ม. จะมีพื้นที่ผิวเท่ากับ 24 ตร.ม. ถ้าจะเทียบปริมาตรกับพื้นที่ผิว กอลงเล็กจะเป็น 1 ต่อ 6 ส่วนกอลงใหญ่จะเป็น 1 ต่อ 3 จะเห็นว่าวัตถุยังมีขนาดเล็กก็ยังมีพื้นที่ผิวเทียบกับปริมาตรมาก

ดังนั้นการอัดอากาศที่มีปริมาณเท่ากันลงน้ำถ้าทำให้เป็นฟองฝอยเล็กมากเท่าไรก็ยิ่งทำให้การแลกเปลี่ยนออกซิเจนทำได้ดีกว่าที่เป็นเม็ดฟองใหญ่ๆหรือการตีน้ำให้ขึ้นมาสัมผัสกับอากาศยิ่งทำให้น้ำเป็นฝอยได้ละเอียดมากเท่าไรก็ยิ่งทำให้การแลกเปลี่ยนออกซิเจนทำได้ดีขึ้นเท่านั้น

ดร.สถาพร ดิเรกบุษราคม ได้ทำการวิจัยสังเกตพบว่า ในบ่อกุ้งบางส่วนจำนวน 93 บ่อใน อ. ระโนคนั้นเมื่อใดก็ตามที่ออกซิเจนละลายที่พื้นบ่อมีระดับต่ำกว่า 3ppm.ติดต่อกัน 5 วัน กุ้งจะตายจึงได้ทำการทดลองวิจัยผลของออกซิเจนละลายต่อระบบภูมิคุ้มกันและการเกิดโรคให้องปฏิบัติการณ์นี้

การทดลองที่ 1

ได้ทำการแบ่งกุ้งออกเป็นสองชุด

กึ่งชุดที่ 1 ให้ออกซิเจนอย่างเต็มที่วัดได้ 6 ppm. ลองฉีดเชื้อเรืองแสงจำนวนกว่าร้อยล้านเซลล์เข้าตัวกุ้งแล้วปล่อยให้อยู่ในที่มืด(น้ำดี ออกซิเจนเหลือเฟือ) หลังจากนั้นครึ่งชั่วโมงก็เจาะเลือดกุ้งไปตรวจ พบว่าจำนวนเชื้อลดลง 90%

กึ่งชุดที่ 2 ดึงสายออกซิเจนออก เมื่อครบ 6 ชั่วโมงออกซิเจนลดจาก 6 ppm. เหลือเพียง 1.8 – 2 ppm. ลองฉีดเชื้อเรืองแสงในปริมาณเท่ากับกุ้งในชุดแรกหลังจากครึ่งชั่วโมงเจาะเลือดไปตรวจ พบว่าจำนวนเชื้อลดลงเพียง 49.1% แสดงว่ากุ้งที่แข็งแรงในสภาพปกติ จะมีความสามารถกำจัดเชื้อแบคทีเรียออกจากตัวมันเองได้

การทดลองที่ 2

ได้ทำการแบ่งกุ้งเป็นสามชุด

กุ้งชุดที่ 1 ให้ออกซิเจนอย่างเต็มที่ แล้วฉีดน้ำเกลือเข้าไปในตัวกุ้ง ไม่พบว่ากุ้งตาย

กุ้งชุดที่ 2 ให้ออกซิเจนอย่างเต็มที่แล้วฉีดเชื้อเรืองแสงเข้าไปในตัวกุ้ง พบว่ากุ้งตาย 10 – 12 %

กุ้งชุดที่ 3 ฉีดสายออกซิเจนออก ทำให้อยู่ในภาวะขาดออกซิเจนแล้วฉีดเชื้อเรืองแสงเข้าไปในตัวกุ้ง พบว่ากุ้งตาย 42.6 %

การทดลองที่ 3

ได้ทำการทดลองโดยฉีดสายออกซิเจนออกวันละ 6 ชั่วโมง (ทำให้กุ้งอยู่ในสภาพขาดออกซิเจนวันละ 6 ชั่วโมง) หลังจากนั้น 4 – 5 วันพบว่ากุ้งมีการตายสูงถึง 46.7% ตายเกือบครึ่งโดยไม่ได้ใส่เชื้ออะไรเข้าไปเลยแสดงว่าเชื้อที่อยู่ในน้ำทะเลตามปกติในจำนวนที่ไม่มากนักก็สามารถทำให้กุ้งที่อยู่ในสภาพขาดออกซิเจนตายได้ เพราะกุ้งไม่มีความสามารถกำจัดเชื้อโรคออกจากตัว

จากการทดลองนี้บอกได้ว่า ถ้าสภาวะออกซิเจนต่ำอย่างต่อเนื่องกุ้งก็จะตายได้ โดยไม่ต้องมีเชื้อถ้ามีเชื้ออยู่แล้วจะทำให้ยิ่งตายมาก สรุปได้ว่าออกซิเจนที่พื้นบ่อเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อออกซิเจนที่พื้นบ่อต่ำกว่า 3 ppm. ติดต่อกัน 3 – 5 วันกุ้งจะมีโอกาสติดเชื้อและตายได้

ดังนั้นจะเห็นว่า เรื่องของออกซิเจนละลาย เป็นเรื่องคอขาดบาดตายเลยทีเดียวการจัดการเพื่อให้มีออกซิเจนละลายเพียงพอในบ่อเลี้ยงกุ้งจึงเป็นสิ่งสำคัญที่สุด เวลาที่ออกซิเจนละลายจะมีค่าต่ำที่สุดคือเวลาเช้ามืดก่อนที่พระอาทิตย์จะขึ้น มีข้อบ่งชี้ว่าถ้าออกซิเจนละลายเวลาเช้ามืดมีค่าไม่ต่ำกว่า 4 ppm. การเลี้ยงจะไม่ค่อยมีปัญหา แต่ข้อมูลจากฟาร์มที่เลี้ยงได้ดีและผลผลิตดีพบว่าส่วนใหญ่แล้วจะจัดการให้ออกซิเจนละลายในเวลาเช้ามืดมีค่าไม่น้อยกว่า 5 ppm.

คุณคำนึง มฤติ กล่าวว่าการปรับปริมาณน้ำที่เหมาะสมคือ 2 – 3 ใบ เพราะจะทำให้เครื่องตีน้ำทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และต้องไม่ลืมว่าการที่เครื่องตีน้ำจะตีได้ไกล หรือตีน้ำได้ที่ละมากๆ นั้นต้องขึ้นอยู่กับระยะความลึกของใบพัดที่สัมผัสกับน้ำที่เหมาะสมซึ่งเรื่องนี้ต้องขึ้นกับประสบการณ์การคำนวณระยะของใบพัดกับความลึกของน้ำ และการสังเกตของแต่ละคนด้วย

ชัยวุฒิ สุกทองคง ได้วิจัยผลของปริมาณออกซิเจน ความเค็มและอุณหภูมิต่อการตายของกุ้งขาวที่ติดเชื้อทอราซินโครมไวรัส

จากการทดลองพบว่า ปริมาณออกซิเจนในน้ำที่ลดลงมีผลต่อการแสดงอาการป่วยและตายของกุ้งขาวที่ได้รับเชื้อทอราซิน โครมไวรัสภายใน 24 ชั่วโมง และอุณหภูมิที่สูงเป็นส่วนกระตุ้นให้มีการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น และขนาดของกุ้งมีผลต่อการบริโภคออกซิเจน ในขณะที่ความเค็มไม่มีผลโดยตรงต่อการตายของกุ้งที่ไม่อยู่ในช่วงของการลอกคราบ

มานพ มาสมทบและคณะศึกษาถึงผลกระทบของรูปทรงใบพัดที่มีผลต่อการเติมอากาศใต้น้ำ (Effect of the Geometry of Hollow Stirrers on Aeration into Water) พบว่าลักษณะรูปทรงของใบพัด ที่มีผลต่อประสิทธิภาพการเติมอากาศใต้น้ำโดยจะออกแบบใบพัดของเครื่องเติมอากาศที่สามารถนำอากาศลงสู่ใต้น้ำในลักษณะของฟองอากาศ เพื่อให้เกิดการละลายของออกซิเจนลงในน้ำ ในการศึกษานี้ใช้ใบพัด 2 รูปแบบคือแบบใช้ความดันหลังใบพัด และแบบใช้ความดันหลังใบพัดร่วมกับแรงหนีศูนย์กลาง โดยทำการทดลองที่ความเร็วรอบต่างๆและที่ระดับการจมของใบพัด 3 ระดับ ทั้งนี้ใบพัดทั้ง 2 รูปทรงจะมีความเร็วรอบต่ำสุดที่ใช้ในการทำงานต่างกัน ตลอดจนทดลองอุณหภูมิของน้ำถูกควบคุมไว้ประมาณ 30°C และมีการควบคุมไม่ให้เกิดการหมุนวนของโพรงอากาศที่ผิวน้ำ (vortex) ผลที่ได้จากการทดลองแสดงประสิทธิภาพการเติมออกซิเจน และปริมาณอากาศที่ได้รับที่มีผลจากรูปทรงของใบพัด ซึ่งการทำให้เกิดอัตราการไหลของอากาศที่มากขึ้นนั้น จำเป็นต้องใช้พลังงานมากขึ้น

2.5 วิธีการปฏิบัติงานในการศึกษาค้นคว้าเรื่องนี้

2.5.1 ความถี่ของการตรวจวัด

การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อศึกษาเคมีของน้ำนั้นควรเก็บ ณ เวลาเดียวกันหรือใกล้เคียงกันให้มากที่สุด ในวันใดวันหนึ่งของสัปดาห์ ถ้าน้ำในจุดเก็บตัวอย่างเย็นจัดมากจนกลายเป็นน้ำแข็งในช่วงฤดูหนาว หรือน้ำนั้นแห้งหายไป ก็ให้บันทึกข้อมูลเหล่านี้ในใบงานบันทึกข้อมูลในแต่ละสัปดาห์ตลอดไป จนกว่าจะสามารถเก็บตัวอย่างน้ำได้เป็นปกติ

หมายเหตุ : ในบางช่วงเวลาทุกปีอาจเกิดเหตุการณ์ที่ทำให้งานการตรวจวัดน้ำตื้นตื้นขึ้นเมื่อน้ำซึ่งมาจากฝนที่ตกหนักไหลบ่าลงสู่แม่น้ำจะทำให้การไหลของน้ำแรงขึ้น และตะกอนที่มีมากขึ้น ทำให้ผลการตรวจวัดเคมีของน้ำเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมาก หรือช่วงเวลาหลังน้ำแข็งละลายและไหลลงสู่ทะเลสาบก็จัดเป็นช่วงพิเศษอีกเช่นกัน เพราะช่วงเวลาดังกล่าว น้ำระดับต่างๆจะผสมกัน และบางครั้งระดับน้ำกั้นทะเลสาบจะลอยขึ้นมาอยู่ใกล้กับผิวน้ำ ซึ่งทำให้ผลการตรวจวิเคราะห์จะ

เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมากดังนั้นนักเรียนต้องสังเกตและบันทึกการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดขึ้นในแต่ละฤดูกาล และในแต่ละเดือน

2.5.2 ลำดับงานของการตรวจวัด

ในการตรวจวัดสมบัติของน้ำควรทำทันที ณ จุดเก็บตัวอย่าง หลังจากเก็บตัวอย่างน้ำได้แล้วอย่าปล่อยให้ไว้นานเกิน 30 นาที แต่การตรวจสอบสมบัติบางอย่างของน้ำอาจใช้วิธีเก็บตัวอย่างน้ำโดยบรรจุลงขวด (ให้ดูเทคนิคการบรรจุตัวอย่างน้ำลงขวด)

การตรวจสมบัติของน้ำควรลำดับดังนี้ : เริ่มด้วยการวัดความโปร่งใสของน้ำ แล้วตามด้วยการวัดอุณหภูมิของน้ำและออกซิเจนที่ละลายในน้ำโดยทันที จากนั้นจึงวัดค่าพีเอชของน้ำ สภาพนำไฟฟ้าหรือความเค็ม สภาพความเป็นเบส และในเตรตตามลำดับ

สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึง : การตรวจวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะถูกต้องต่อเมื่อเราทราบค่าอุณหภูมิของน้ำนั้น ดังนั้นจึงควรตรวจวัดออกซิเจนที่ละลายในน้ำหลังจากได้วัดอุณหภูมิของน้ำแล้วแต่ถ้าเป็นน้ำเค็มหรือน้ำกร่อยก็ต้องตรวจวัดความเค็มเพื่อทำให้สามารถแปรผลการวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำได้อย่างถูกต้อง

2.6 ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลและการออกแบบ

การออกแบบรูปร่างและชิ้นส่วนต่างๆ เครื่องจักรกลจะต้องคำนึงความสะดวก ต้นทุนในการผลิต การบำรุงรักษาและองค์ประกอบต่างๆ ที่จะมีผลให้เครื่องจักรนั้นสามารถทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีหลักการในการออกแบบดังนี้

2.6.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบ

การออกแบบ เป็นกระบวนการที่น่าสนใจมากกว่า ควรจะเริ่มต้นอย่างไรและควรจะเริ่มต้นจากกระดาษเปล่าแผ่นหนึ่ง เริ่มลงมือแสดงความคิดเห็นลงไปกระดาษ ต่อไปจะเกิดอะไรขึ้นมีอะไรบ้างที่เป็นตัวควบคุมหรือมีผลต่อการตัดสินใจนั้น และสุดท้ายงานออกแบบจะสิ้นสุดลงที่ใด ดังนั้นจึงจะกล่าวถึงขั้นตอนในการออกแบบทั่วไปดังต่อไปนี้

2.6.1.1 รับรู้ความต้องการ การออกแบบเริ่มต้นขึ้นจากวิศวกรได้รับรู้ความต้องการหรืออาจได้รับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ในด้านการใช้งานและคุณภาพของผลิตภัณฑ์





2.6.1.2 ลักษณะจำเพาะ รวบรวมรายละเอียดของสิ่งที่ต้องการออกแบบให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งอาจประกอบไปด้วย คุณลักษณะ ขนาด ราคา จำนวนที่ต้องการผลิต อายุการใช้งาน อุณหภูมิขณะใช้งาน ความเชื่อถือได้ และสิ่งที่คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงได้บ้าง

2.6.1.3 ศึกษารายละเอียดต่างๆ เพื่อแยกแยะถึงสิ่งที่จะก่อให้เกิดความเสียหายหรือความล้มเหลว ทั้งทางด้านเทคนิคและทางเศรษฐศาสตร์

2.6.1.4 ตั้งเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ ซึ่งจะเป็นขั้นตอนที่ทำทนายและน่าสนใจที่สุดในการออกแบบ เพราะถ้าไม่มีขีดจำกัดอันใดแล้ว ผู้ออกแบบจะทำหน้าที่เป็นวิศวกร นักประดิษฐ์ และจิตรกรในเวลาเดียวกัน ซึ่งในขณะนี้เขาจะเป็นนักสร้างสรรค์

2.6.1.5 ออกแบบเบื้องต้นและปรับปรุง เป็นการออกแบบให้เหมาะสมกับลักษณะจำเพาะและความต้องการหลายวิธี ที่จะต้องตัดสินใจเลือกเอาวิธีใดวิธีหนึ่งเป็นแบบเบื้องต้นและปรับปรุงต่อไป

2.6.1.6 ออกแบบรายละเอียด เกี่ยวข้องกับขนาดจริง และขนาดของส่วนประกอบอื่นๆ ทั้งหมดทั้งที่จะผลิตขึ้นเองหรือผลิตภัณฑ์สำเร็จที่จะซื้อมาใช้ซึ่งประกอบเข้าด้วยกันเป็นระบบ ดังนั้นจึงต้องมีแบบรายละเอียดของชิ้นส่วนทุกชิ้นแสดงรูปด้านต่างๆ เท่าที่จำเป็น

2.6.1.7 สร้างต้นแบบและทดสอบ

2.6.1.8 การออกแบบสำหรับผลิตในขั้นนี้จะพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงบางอย่างเพื่อความเหมาะสมของวิธีการผลิตที่ดีที่สุด

2.6.1.9 ส่งผลิตภัณฑ์ออก โดยปกติมักจะผลิตชิ้นงานต้นแบบ และทดสอบอีกครั้ง ถ้ามีปัญหาที่แก้ไขไม่ได้ก็จะส่งกลับไปยังแผนกออกแบบเบื้องต้นและปรับปรุง หรืออาจเสนอแนะ

2.6.2 วัสดุที่ใช้ในเครื่องจักรกล

วัสดุที่ใช้ในเครื่องจักรกลส่วนใหญ่มักเป็นโลหะ ในจำพวกโลหะด้วยกัน เหล็กจะถูกนำมาใช้มากที่สุดเหตุผลที่เหล็กถูกนำมาใช้มากก็เนื่องจากหาได้ง่าย ราคาถูก และมีความแข็งแรงสูง ปรับแต่งได้ง่าย และทำให้ได้คุณสมบัติที่จำเป็นตามที่ต้องการได้โดยการขึ้นทางรูปความร้อน ในการออกแบบจริงนั้นสามารถพิจารณาว่าวัสดุที่ใช้ส่วนใหญ่แล้วจะเป็นเหล็กได้เลย แต่ถึงแม้วัสดุจะเป็นเหล็กก็ตามถ้าใส่ส่วนผสมชนิดต่างๆ ในปริมาณที่แตกต่างกัน ก็จะได้วัสดุที่มีคุณสมบัติต่างกัน ซึ่งวัสดุที่ถูกใช้มากที่สุดคือ เหล็กกล้าละมุน (SS400) โครงแผ่นกระดานหรือวัสดุที่ใช้ทำโครงสร้าง

ทั่วไปนั้นส่วนใหญ่สามารถใช้เหล็กกล้าอะลูมิเนียม (SS400) ได้ในกรณีของแกนเพลลาหรือส่วนที่ต้องการความแข็งแรงเป็นพิเศษจะใส่คาร์บอนประมาณ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ลงในเนื้อเหล็ก ทำให้ได้เป็นเหล็กคาร์บอนสามารถขึ้นรูปทางความร้อนได้โดยการชุบแข็งหรืออบนึ่ง เพื่อเพิ่มความแข็งแรงได้ และหากต้องการที่จะเพิ่มความแข็งแรงให้มากขึ้นอีกก็สามารถทำได้โดยผสมโครเมียมลงไป ความสามารถในการเพิ่มความแข็งแรงได้โดยการเพิ่มสารประกอบต่างๆลงไปหรือการขึ้นรูปด้วยความร้อนจึงเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของเหล็ก ในกรณีที่ต้องการความเบา เช่น ใช้ในเครื่องบิน ควรใช้วัสดุอะลูมิเนียม อะลูมิเนียมก็สามารถเพิ่มความแข็งแรงและความแข็งแกร่งได้ โดยการใส่สารประกอบหรือการขึ้นรูปความร้อนได้เช่นเดียวกัน

พลาสติกเป็นวัสดุที่เบาที่สุด แต่ความแข็งแรงมีค่าต่ำ ดังนั้นมักไม่ใช่เป็นวัสดุโครงสร้าง แต่ในกรณีที่ต้องการความเบาเป็นพิเศษ เช่น ในเครื่องบิน สามารถนำไปผสมกับเส้นใยคาร์บอนหรือเส้นใยแก้วได้พลาสติกจะมีความอ่อน ผิวสัมผัสดี และมีความโปร่งใส จากคุณสมบัติพิเศษเหล่านี้จึงถูกนำไปใช้เป็นวัสดุเคลือบภายนอก ใช้ในส่วนที่มีการเคลื่อนที่ หรือส่วนที่ต้องการความโปร่งใส

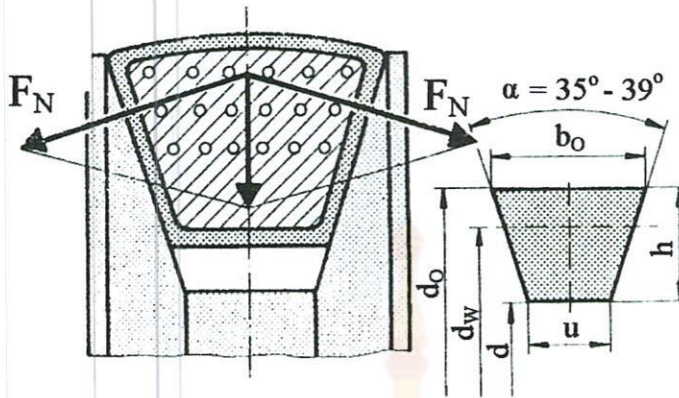
2.6.3 การส่งกำลังด้วยสายพาน

การส่งกำลังด้วยสายพาน เป็นการส่งกำลังจากเพลลาหนึ่งไปยังอีกเพลลาหนึ่งผ่านล้อสายพาน (Pulley) โดยอาศัยความฝืดของล้อสายพานกับสายพานยึดหย่อน การส่งกำลังกระทำได้ง่าย และราคาไม่แพง มีใช้กันแพร่หลาย เช่น เครื่องสูบน้ำ เครื่องรถไถนา เครื่องเลื่อย เครื่องเจาะ เป็นต้น

สายพานมีอยู่ด้วยกันหลายชนิดเช่น สายพานกลม สายพานแบน สายพานลิ้ม สายพานหลายลิ้ม สายพานฟันเฟือง และสายพานข้อต่อ ซึ่งแต่ละชนิดจะมีลักษณะที่แตกต่างกันไป ดังนั้นในการเลือกใช้สายพานจะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงาน สำหรับการผลิตใบพัดเติมอากาศครั้งนี้ได้เลือกใช้สายพานลิ้ม เพราะสายพานลิ้มจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการส่งถ่ายกำลังของสายพาน โดยอาศัยความฝืดที่เกิดจากขอบร่องลิ้มล้อสายพานกับผิวลิ้มล้อสายพาน สายพานลิ้มเป็นสายพานที่ใช้กันมากในงานเครื่องมือกลและงานสร้างยานยนต์ต่างๆ เมื่อเทียบกับสายพานแบนแล้ว ถ้ามีแรงกดสายพานเท่าๆกันสายพานลิ้มจะรับโหลดได้มากกว่าเป็นสามเท่า วิ่งเงียบกว่าและไม่มีระยะสิ้นคังแสดงในรูป 2.29



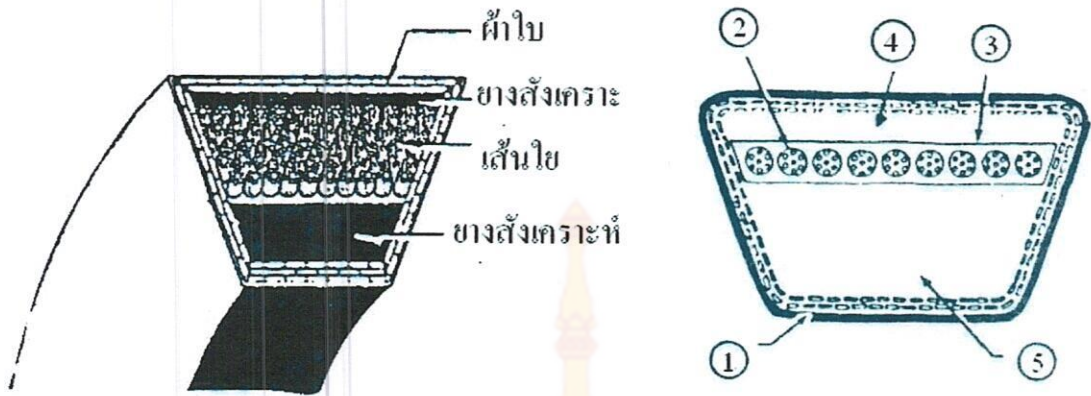




รูปที่ 2.29 แสดงการกระทำของแรงในระบบการส่งกำลังด้วยสายพานลิ่ม

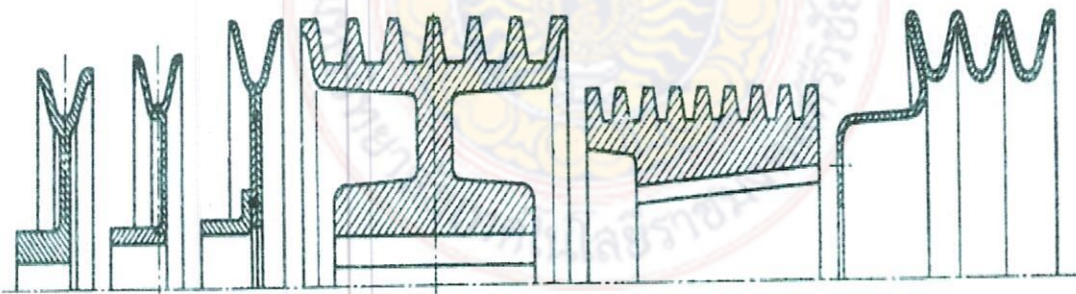
- โครงสร้างสายพานลิ่ม สายพานลิ่มจะประกอบไปด้วยยางสังเคราะห์เส้นใยเสริมแรงหรือเทตตรอน และห่อหุ้มผ้าใบทั้ง 4 ด้าน สายพานลิ่มเป็นสายพานแบบไม่มีรอยต่ออ่อนตัวได้ดี ทนแรงดึงสูง ดังแสดงในรูปที่ 2.30

1. ผิวนอกส่วนที่สัมผัสกับร่องล้อสายพานเป็นยางที่ทนต่อการเสียดสีและทนต่อการกัดกร่อน ไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำมัน โดยมีผ้าใบรองรับภายในโดยรอบ
2. เส้นเชือกภายใน เป็นใยสังเคราะห์ประเภทเรยอนไนลอน หรือเส้นลวดชั้นเดียวหรือหลายชั้น ยึดได้ไม่เกิน 3 เปอร์เซนต์ ป้องกันสายพานยืด
3. ยางหุ้มเส้นเชือก เพื่อให้เชือกรักษาตำแหน่งของมัน โดยไม่แตกตัว
4. ยางส่วนบน ทำหน้าที่เฉลี่ยแรงให้เส้นเชือกและคอยรักษารูปทรงสายพานให้ตรง ยึดตัวเมื่อสายพานโอบล้อมล้อสายพาน
5. ยางส่วนล่าง เป็นส่วนรับแรงกด และส่งแรงจากร่องเชือกไปยังล้อสายพาน



รูปที่ 2.30 แสดงส่วนประกอบสายพานลิ่ม

- ล้อสายพานลิ่ม ล้อสายพานลิ่มส่วนใหญ่ทำด้วยเหล็กหล่อผิวลื่น เชื่อมหรือปั๊มขึ้นรูปแผ่นเหล็กล้อสายพานลิ่ม จะถ่ายเทความร้อนได้ดี หากเป็นล้อสายพานคุณภาพสูง ที่ใช้ในเครื่องจักรกลหรือเครื่องยนต์ ต้องกำหนดทั้งคุณสมบัติของวัสดุ พิกัดเนื้อเหล็กหล่อ และพิกัดขนาดต่าง ๆ นับ 10 จุดล้อสายพานลิ่มที่ส่งกำลังน้อย เช่น เครื่องเจียรในเสียง ใช้ล้อสายพานเหล็กแผ่นขึ้นรูปหรือพลาสติก มีน้ำหนักน้อยและแข็งแรงเพียงพอ ดังแสดงในรูปที่ 2.31



รูปที่ 2.31 แสดงล้อสายพานลิ่มแบบต่างๆ

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบการใช้งานและคุณภาพของสายพาน

คุณสมบัติ	สายพานแบน	สายพานลิ่ม	สายพานลิ่มข้อ	สายพานฟันเฟือง
โหลดแรงกดและแรงดึงเพลา	สูงมาก	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำมาก
ความต้านทานต่อแรงกระตุก	ดี	ดี	ดี	พอใช้
ประสิทธิภาพทางกล	ดี	ดี	ดี	ดีที่สุด
การไม่ได้ศูนย์ของล้อสายพาน	ไม่มี	มีได้เล็กน้อย	มีได้เล็กน้อย	ยอมไม่ได้
การไถลลื่น	มีบ้าง	มีเล็กน้อย	มีเล็กน้อย	ไม่มี
ราคาค่าต้นทุน	ต่ำ	ต่ำ	ปานกลาง	ปานกลาง
ความต้านทานต่อสภาพอากาศ	ดี	ดี	พอใช้	ดี
การบำรุงรักษา	มีบ้าง	แทบไม่มี	มีบ้าง	ไม่มีเลย

ที่มา : อัมพล ชู่อตรง. ชิ้นส่วนเครื่องกล. หน้า 86. 2536

2.6.3.1 อัตราทด (i) คือ อัตราส่วนความเร็วที่ล้อสายพาน ซึ่งวัดเป็นอัตราส่วนความระหว่างความเร็วรอบของล้อสายพานขับต่อความเร็วรอบของล้อสายพานตาม โดย

$$i = \frac{n_1 D_1}{n_2 D_2} \quad (2.1)$$

เมื่อ	n_1	คือ	ความเร็วรอบของล้อสายพานขับ (รอบต่อนาที; rpm)
	n_2	คือ	ความเร็วรอบของล้อสายพานตาม (รอบต่อนาที; rpm)
	D_1	คือ	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตัวขับ (มิลลิเมตร; mm)
	D_2	คือ	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตัวตาม (มิลลิเมตร; mm)

และความเร็วรอบของล้อสายพาน คือ

$$V = \frac{\pi D n}{60} \quad (2.2)$$

ตารางที่ 2.3 ความยาวมาตรฐานของสายพานลิ้ม

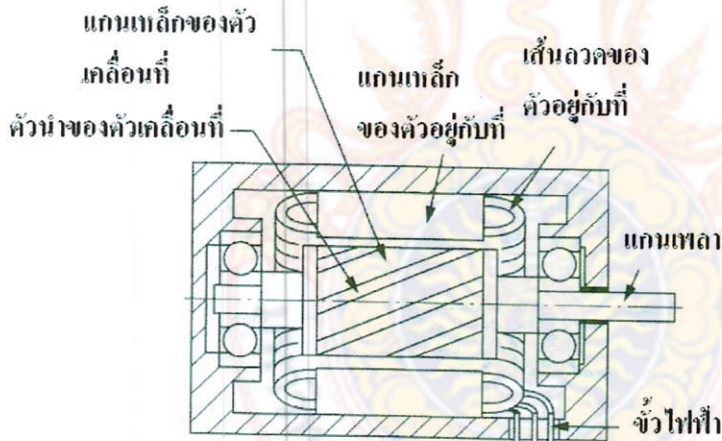
A,B,M – SECTION		A,B,M – SECTION	
BELT No.	PITCH LENC (mm)	BELT No.	PITCH LENC (mm)
20	508	61	1540
25	635	62	1573
30	762	63	1600
35	889	64	1626
40	1016	65	1651
41	1041	66	1676
42	1067	67	1702
43	1082	68	1727
44	1118	69	1753
45	1143	70	1778
46	1168	71	1803

47	1194	72	1829
48	1219	73	1854
49	1245	74	1880
50	1270	75	1905
51	1295	76	1930
52	1321	77	1956
53	1346	78	1981
54	1372	79	2007
55	1397	80	2032
56	1422	85	2159
57	1448	90	2266
58	1473	95	2413
59	1499	100	2540
60	1524		

2.6.4 มอเตอร์

มอเตอร์เป็นแหล่งกำเนิดกำลังงานให้แก่เครื่องจักรกลที่นิยมใช้มากที่สุด ถูกนำมาใช้ในหุ่นยนต์เครื่องจักรในกระบวนการผลิต รวมถึงอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกับคอมพิวเตอร์ มอเตอร์มีหลายชนิด แต่ที่จะกล่าวถึงคือ

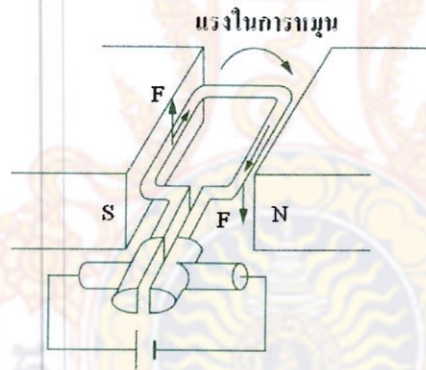
- มอเตอร์เหนี่ยวนำกระแสสลับ จะเป็นมอเตอร์ที่นิยมใช้มากที่สุด เพื่อเป็นแหล่งกำเนิดกำลังงานของเครื่องจักรกล โครงสร้างเป็นดังรูปที่ 3.33 จากการไหลผ่านของไฟฟ้ากระแสสลับรอบแกนที่อยู่ติดกับตัวโครงของมอเตอร์ (Stator) จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กหมุนวนเกิดขึ้น สนามแม่เหล็กหมุนวนที่เกิดขึ้นนี้จะเหนี่ยวนำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าในแกนเหล็กของตัวเคลื่อนที่ (Rotor) ทำให้ตัวเคลื่อนที่หมุนวนตามสนามแม่เหล็ก การทำให้เกิดสนามแม่เหล็กหมุนวนจะใช้ไฟฟ้ากระแสสลับแบบ 3 เฟส ส่วนใหญ่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน (เช่น ตู้เย็น เครื่องดูดฝุ่น เครื่องซักผ้า) โดยทั่วไปจะใช้ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส ดังนั้นมอเตอร์ที่ใช้จึงเป็นมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว ในกรณีนี้จะติดตั้งขดลวดชุดที่ 2 ที่ตัวอยู่กับที่ เพื่อให้เฟสของไฟฟ้ากระแสสลับที่ผ่านขดลวดชุดที่ 2 นี้ ไหลช้าลง จึงเกิดการหมุนเหมือนการใช้สนามแม่เหล็กหมุนวนแบบ 2 เฟส



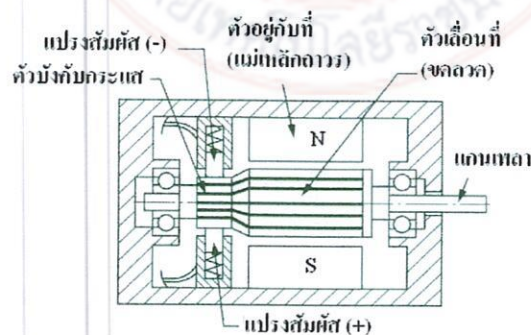
รูปที่ 2.33 แสดงโครงสร้างของมอเตอร์เหนี่ยวนำกระแสสลับ

- มอเตอร์กระแสตรง หลักการของมอเตอร์กระแสตรง ตัวอยู่กับที่ซึ่งอยู่ภายนอกจะเป็นแม่เหล็กถาวร การหมุนเกิดจากการปล่อยไฟฟ้ากระแสตรงผ่านตัวบังคับทิศทางของกระแส (Commutator) แล้วส่งเข้าสู่ขดลวดของตัวเคลื่อนที่ รูปที่ 2.34 การทำงานจะเป็นไปตามกฎของเฟรมมิ่ง คือเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวนำไฟฟ้าที่อยู่ในสนามแม่เหล็กจะทำให้เกิดแรงกระทำที่ตัวนำไฟฟ้า เมื่อขดลวดของตัวเคลื่อนที่หมุนจะก่อให้เกิดปริมาณกำลังไฟฟ้าแปรผันกับความเร็รรอบ

ของการหมุน วงจรของมอเตอร์กระแสตรงเทียบเท่ากับการต่อแหล่งกำเนิดไฟตรงเข้ากับตัวต้านทานและแหล่งกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำ โครงสร้างพื้นฐานของมอเตอร์กระแสตรงแสดงไว้ในรูปที่ 2.35 ความเร็วรอบของมอเตอร์ในกรณีที่แหล่งจ่ายไฟมีความต่างศักย์คงที่นั้น ความเร็วรอบจะแปรผกผันกับแรงบิดหากภาระแรงบิดสูงขึ้นจะทำให้ความเร็วรอบลดลงแต่หากภาระแรงบิดต่ำลงความเร็วรอบจะสูงขึ้น ดังนั้นจึงสามารถสร้างแรงบิดสูงได้ที่ความเร็วรอบต่ำๆ เมื่อเปลี่ยนค่าความต่างศักย์ของแหล่งจ่ายไฟฟ้าจะส่งผลทำให้ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดจะเกิดการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นในสถานะที่ภาระแรงไม่คงที่จะสามารถควบคุมได้ด้วยการปรับเปลี่ยนความต่างศักย์ของแหล่งจ่ายไฟฟ้าจุดเด่นของมอเตอร์กระแสตรงคือ ส่วนประกอบของตัวควบคุมจะง่ายและสามารถควบคุมได้ดี ส่วนข้อด้อยเกิดจากการใช้ตัวบังคับกระแสและแปรงสับสัมผัส ทำให้มีการสึกหรอของแปรง และมีฝุ่นผงจากการสึกหรอจึงต้องมีการบำรุงรักษาด้วย



รูปที่ 2.34 แสดงหลักการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง



รูปที่ 2.35 แสดงโครงสร้างของมอเตอร์กระแสตรง

2.6.5 การเชื่อมต่อ

การเชื่อมต่อ (welded joints) เป็นวิธีการต่อชิ้นงานเข้าด้วยกันซึ่งนิยมใช้กันมากในงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนต่างๆ สำหรับรอยเชื่อมซึ่งต้องรับแรงสูง นิยมใช้วิธีการเชื่อมด้วยไฟฟ้า (arc welding) การเชื่อมด้วยแก๊ส (gas welding) และการเชื่อมด้วยความต้านทานไฟฟ้า (resistant welding)

ปัญหาซึ่งวิศวกรผู้ออกแบบรอยเชื่อมต่อจะต้องพบอยู่เสมอก็คือ การที่ไม่สามารถที่จะคำนวณหาความแข็งแรงของรอยเชื่อมได้อย่างใกล้เคียงเหมือนเช่น การคำนวณเกี่ยวกับความแข็งแรงของชิ้นส่วนเครื่องจักรกลอย่างอื่นฯ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในบทก่อน ทั้งนี้เพราะยังไม่มีใครสามารถที่จะหาคำตอบของความเค้นที่เกิดขึ้นในรอยเชื่อมได้ดีพอ ดังนั้น ในการคำนวณเกี่ยวกับรอยเชื่อมทั้งหมดจึงเป็นวิธีการประมาณค่าความเค้นอย่างหยาบ ๆ เท่านั้น อย่างไรก็ตามผลงานที่ได้จากการประมาณเหล่านี้ก็ได้ผ่านการใช้งานอย่างได้ผลดีมาแล้วในอดีตจนเป็นที่น่าเชื่อถือได้

การเชื่อมมีหลายวิธีในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะการเชื่อม 2 ลักษณะดังนี้

- การเชื่อมด้วยไฟฟ้า
- การเชื่อมพลาสติก

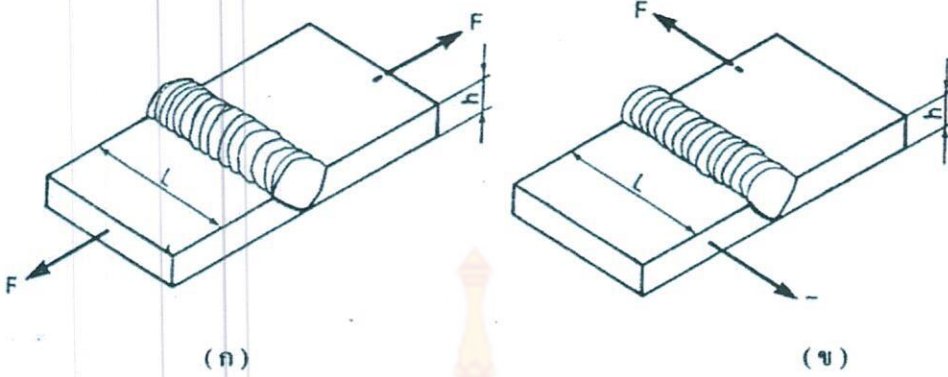
2.6.5.1 การเชื่อมด้วยไฟฟ้า

การเชื่อมวิธีนี้มักเรียกกันทั่ว ๆ ไปว่าการเชื่อมไฟฟ้าโดยใช้ลวดเชื่อม (electrode) เป็นตัวนำไฟฟ้าและขณะเดียวกัน โลหะลวดเชื่อมก็จะละลายลงไป ณ รอยที่ต้องการเชื่อมด้วย ลวดเชื่อมมักจะห่อหุ้มไว้ด้วยสารชนิดหนึ่ง เรียกว่า ฟลักซ์ (Flux) ซึ่งจะระเหยกลายเป็นแก๊สในขณะทำการเชื่อมแก๊สนี้ จะช่วยป้องกันมิให้เกิดออกซิเดชัน (oxidation) ที่รอยเชื่อมซึ่งเป็นการช่วยให้คุณภาพของรอยเชื่อมดีขึ้น เครื่องเชื่อมกระแสตรงโดยทั่วไป ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขับหรือขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์อื่นๆ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยทั่วไปจะประกอบด้วยเครื่องบังคับที่สามารถปรับกระแสไฟให้เปลี่ยนแปลงเพื่อความเหมาะสมกับงานได้ เครื่องเชื่อม เอ.ซี. หรือชนิดกระแสสลับ โดยปกติเป็นแบบเครื่องแปลงไฟซึ่งมีการปรับแรงเคลื่อนเปลี่ยนแปลงค่าได้ (Variable voltage) เครื่องปรับกระแสไฟฟ้ามีหลายแบบ บางเครื่องเปลี่ยนโดยใช้ ฟลักซ์หรือ สวิตช์ และบางเครื่องเปลี่ยน โดยหมุนที่บังคับให้เลื่อนไปตามตัวเลขที่มีบอกไว้ ผลดีบางประการของเครื่องเชื่อมกระแสสลับคือราคาต้นทุนต่ำ ใช้กำลังไฟน้อย และการระงับรักษาที่มีน้อยหน้ากากรัดและหมวกหน้ากากรัดทั้งสองชนิด ทำด้วยวัสดุที่เป็นฉนวนทนความร้อนได้ดีซึ่งอาจจะออกแบบโดยอัดด้วยไฟเบอร์ (Fiber) ชิ้นเดียวตลอด หรือ

หลายชิ้นแล้วใช้หมุดย้ำให้ติดกันเป็นรูปหน้ากากก็ได้ วัสดุที่ใช้ทำหน้ากากนี้ต้องเป็นสียาคาสนิกเพื่อลดการสะท้อนแสงให้น้อยลงและมีช่องไว้สำหรับใส่กระจกหรือเลนส์สำหรับมองเวลาเชื่อม เลนส์สีเหล่านี้มีคุณภาพในการดูดซึมหรือกรองแสงกันรังสีอุลตราไวโอเลต (Ultra-violet rays) รังสีอินฟราเรด (Infrared rays) และรังสีที่มองเห็นได้จากการอาร์ค (Arc) ของไฟฟ้าทำวงจรของไฟฟ้าระหว่างเครื่องเชื่อมและงานให้ครบวงจร สายทั้งสองนี้มีความจุสามารถที่จะรับกระแสให้เพียงพอแก่ความต้องการได้ สายเชื่อมและสายดินนี้เป็นลวดทองแดงหลายเส้นพันกันอยู่ภายใน และมียางหุ้มอยู่ข้างนอกอีกชั้นหนึ่ง ซึ่งการออกแบบโดยเฉพาะสำหรับการเชื่อม สายทั้งสองนี้ต้องคัดไปมาได้ นำหนักเบาทนต่อการขูดขีดทำให้ขาดวินและทนความร้อนได้ดี

หัวจับลวดเชื่อมใช้สำหรับหนีบลวดเชื่อม ที่ด้ามจับมีฉนวนหุ้มอยู่ แต่กระแสไฟฟ้าสามารถผ่านไปยังลวดเชื่อมได้ ตรงปากที่ใช้หนีบลวดเชื่อมนั้นสามารถหนีบลวดเชื่อมให้แน่นอย่างมั่นคงทีเดียว และยังออกแบบไว้ให้จับได้ในมุมต่างๆกันตามที่ต้องการ หัวจับนี้ทำด้วยโลหะที่เป็นตัวนำไฟฟ้าสูง และมีความสามารถทนต่ออุณหภูมิสูงๆได้ด้วย กับทั้งควรมีน้ำหนักเบาและสมดุลย์พอดี เราไม่ใช้การต่อหัวจับลวดเชื่อมเข้ากับสายเชื่อมด้วยการบัดกรีแต่ต้องต่อด้วยวิธีที่สามารถป้องกันความร้อนสูงๆได้

สายดินสามารถที่จะเปลี่ยนไปจับไว้ที่ใดก็ได้ แล้วแต่เราจะทำงานอะไร ถ้างานนั้นทำบนโต๊ะสำหรับเชื่อมหรือที่ประจำถาวร ก็ให้ยึดสายดินที่ไว้กับโต๊ะสลัก (bolts) ถ้าจำเป็นต้องทำงานเชื่อมในงานชนิดอื่นตามที่ต่างๆภายในโรงงานแล้ว ต้องใช้เข็มทิ่มทองแดงต่อกับสายดินให้แน่น ซึ่งอาจจะแขวนไว้บนงานที่จะทำการเชื่อมได้ ช่างเชื่อมบางคนชอบที่จะใช้โลหะหนักๆต่อไว้กับสายดิน เพื่อที่จะใช้วางไว้บนงานที่จะเชื่อม แต่ส่วนมากมักใช้ซีลเคลมปีจับเอาไว้ โดยอาจจะต่อไว้กับสายดินเลยทีเดียว ช่างเชื่อมหลายๆคนชอบใช้สายดินชนิดต่อกับเคลมปีนี้มากเหลือคณาชี ฟลักซ์จำเป็นต่อการเคาะชีฟลักซ์ให้ออกจากแนวเชื่อมที่เย็นแล้ว เครื่องมือชนิดนี้โดยทั่วไปออกแบบเป็นรูปแบนปลายข้างหนึ่งเป็นรูปสากัด อีกข้างหนึ่งเป็นรูปปลายแหลมการที่มีทั้งสองอย่างรวมกันก็เพื่อความสะดวกต่อการเคาะชีฟลักซ์ออกในที่เคาะลำบากเป็นสิ่งสำคัญยิ่งที่จะต้องทำให้ผิวหน้าของงานตรงที่ การเชื่อมสะอาดปราศจากสนิม จาระบี สี และวัสดุอื่นๆ ที่จะทำความยุ่งยากแก่การปฏิบัติงานเชื่อม การเชื่อมหลายๆแนวต้องการความสะอาดระหว่างแนวเชื่อมนั้นด้วย และการทำความสะอาดหลังจากเชื่อมต่อเสร็จแล้วก็เป็นสิ่งสำคัญด้วยเหมือนกัน โดยการใช้แปรงปิดทำความสะอาดเพื่อเราจะได้เห็นรอยเชื่อมควรจะสวมแว่นป้องกันตาขณะที่จะเคาะชีฟเหล็ก ตามธรรมดาแว่นตานี้ควรมีสีมืดเพื่อขจัดแสงที่จ้าเกินไป ควรมีช่องระบายอากาศและสวมใส่ไม่อึดอัด และเลนส์อาจจะเป็นสีเพื่อลดแสงจ้าให้น้อยลง



รูปที่ 2.37 รอยเชื่อมรับแรงมีสมมาตร

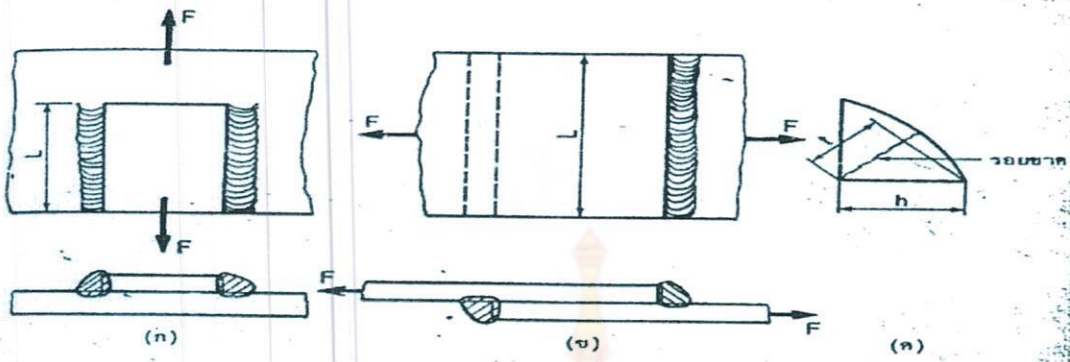
รูปที่ 3.38 แสดงถึงรอยต่อชนที่รับแรงดึงและแรงเฉือน โดยปกติแล้วลวดเชื่อมจะมีความต้านแรงของแผ่น โลหะที่จะนำมาเชื่อมต่อกัน ดังนั้นประสิทธิภาพของรอยเชื่อมจึงอยู่ในระดับเข้าใกล้ 100 % สำหรับแรงที่รอยเชื่อมในภาพที่ 2-25 (ก) ควรรับได้ สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$F = \frac{\sigma_y Lh}{N} \quad (2.4)$$

โดยที่ N เป็นค่าความปลอดภัย

ในกรณีที่รอยต่อชนรับแรงเฉือนดังภาพที่ 2-25 (ข) แรงที่คอยเชื่อมควรรับได้ สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$F = \frac{\tau_y Lh}{N} \quad (2.5)$$



รูปที่ 2.38 รอยเชื่อมมุม

ในกรณีของรอยเชื่อมมุม รับแรงเฉือน รอยเชื่อมมักจะขาดแนวของคอ ดังรูปที่ 3.40 (ค) ดังนั้นพื้นที่ที่ใช้ในการคำนวณก็คือ พื้นที่ของรอยเชื่อมที่คอ ถึงแม้ว่ารอยเชื่อมจะมีส่วนเสริมหนุนขึ้นมา ซึ่งช่วยเพิ่มกำลังของรอยต่อขึ้นไปอีก แต่ก็มิให้นำมาคิดในการคำนวณความแข็งแรงของรอยเชื่อม จากรูปที่ 3.40 (ค) จะเห็นได้ว่า

$$\tau = h \cos 45 = 0.707$$

ดังนั้นแรง F ที่รอยเชื่อมในรูปที่ 3.41 ควรรับได้คือ

$$\tau = \frac{712 \gamma L}{N} \quad (2.6)$$

ในกรณีของรูปที่ 3.40 (ข) แรงกระทำตั้งฉากกับแนวรอยเชื่อม ดังนั้นเกิดความเค้นดึง และความเค้นเฉือนขึ้นในรอยเชื่อม นอกจากนี้การที่แรงมิได้กระทำอยู่ในแนวเดียวกัน ชักก่อให้เกิด ความเค้นดัดขึ้นอีก การวิเคราะห์รอยเชื่อมอย่างละเอียดจะกระทำได้อย่างมาก และก็จะไม่ให้สูตรที่ เหมาะสมแก่การใช้งานอีกด้วย ในทางปฏิบัติจะสมมติให้รอยเชื่อมขาดเนื่องจากการเฉือนที่คอ เช่นเดียวกับกรณีของ รูปที่ 3.40 (ก) ดังนั้นสมการ ก็ยังคงใช้กับกรณีหลังนี้ได้

ถ้าใช้ค่าความต้านแรงดึงต่ำสุดในการออกแบบรอยเชื่อม ค่าความปลอดภัยที่แนะนำ ให้ใช้กับแรงชนิดอยู่นิ่งประมาณ $N = 3.75$ ถ้ามีแรงกระตุกก็ต้องเพิ่มค่าความปลอดภัยขึ้นอีก

2.6.5.2 การเชื่อมพลาสติก

การเชื่อมพลาสติก เป็นการต่อพลาสติกให้ติดกันด้วยความร้อนซึ่งคล้ายกับการเชื่อม โลหะด้วยแก๊สออกซิอะเซทิลีน โดยความแข็งของแนวเชื่อมจะขึ้นอยู่กับชนิดของพลาสติกและ คุณภาพของแนวเชื่อม

ชนิดของพลาสติกที่นำมาเชื่อม

พลาสติกโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. พลาสติกอ่อน (thermo Plastic) เป็นพลาสติกที่สามารถนำกลับมาหลอมใหม่ได้ หลังจากที่ได้หลอมไปแล้วครั้งหนึ่ง
2. พลาสติกแข็ง (thermo Setting) เป็นพลาสติกที่ไม่สามารถนำกลับมาหลอมใหม่ได้ หลังจากที่ได้หลอมไปแล้วครั้งหนึ่ง

ดังนั้นพลาสติกอ่อนเท่านั้น สำหรับลวดที่นำมาเชื่อมนั้นจะต้องเป็นชนิดเดียวกันกับชิ้นงาน เชื่อม

ขบวนการเชื่อมพลาสติก

แบ่งตามลักษณะการใช้ความร้อนดังนี้

- การเชื่อมด้วยความเสียดทาน (Friction - welding)

การเชื่อมด้วยความเสียดทานเป็นขบวนการต่อพลาสติก 2 ชิ้นให้ติดกัน โดยใช้ความร้อนที่เกิดจาก การเสียดสีระหว่างชิ้นงานเชื่อมทั้งสอง ทำให้ผิวหน้างานหลอมละลายติดกัน ซึ่งในขณะนั้นต้องใช้ แรงกดให้ผิวหน้างานประกบกันด้วย และเมื่อชิ้นทั้งสองเย็นตัวแล้วจึงหยุดกด

- Heated tool welding

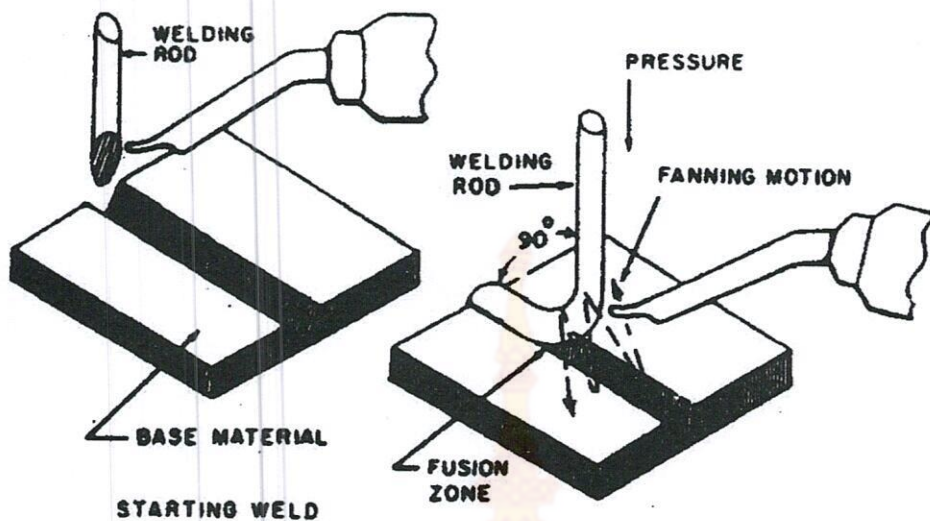
Heated tool welding เป็นขบวนการเชื่อมพลาสติกที่ได้รับความร้อนจากแผ่นความร้อนและหัวแร้ง โดยการนำเอาหน้าสัมผัสของงานพลาสติกที่จะเชื่อม สัมผัสโดยตรงกับอุปกรณ์ให้ความร้อนหรือให้นำชิ้นงานออกจากอุปกรณ์ให้ความร้อนอย่างรวดเร็วและกดหน้าสัมผัสที่หลอมละลายติดกัน จนกว่ารอยต่อจะเป็นตัวขบวนการเชื่อมนี้จะใช้เวลาในการทำงานประมาณ 5-15 วินาทีและใช้แรงกด 5-15 ปอนด์/ตารางนิ้ว

- การเชื่อมด้วยลมร้อน Hot – gas welding

การเชื่อมด้วยลมร้อนเป็นวิธีที่นิยมกันอย่างกว้างขวาง โดยใช้ความร้อนจากลมร้อนหรือแก๊สร้อน เพื่อทำให้งานเชื่อมหลอมละลายพร้อมกับลวดเชื่อมและใช้แรงกดให้ลวดเชื่อมประสานชิ้นงานติดกัน

การปฏิบัติการเชื่อมด้วยลมร้อนมีขั้นตอนดังนี้

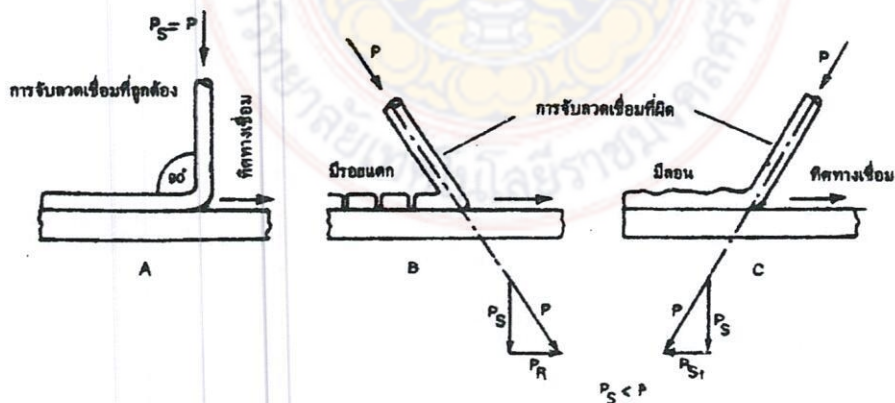
1. นำชิ้นงานที่เตรียมแล้วมาเชื่อมยึด หรือประกอบเข้ากับแบบยึดเพื่อป้องกันการบิดงอในขณะเชื่อม
2. เตรียมปลายลวดเชื่อมให้เป็นปากฉลามมุม 30 องศา
3. จากรูปที่ 2.38 เป็นการเริ่มต้นทำการเชื่อม โดยใช้หัวกดทิฟให้ความร้อนแก่ชิ้นงานตรงบริเวณที่เริ่มต้นเชื่อม จนชิ้นงานบริเวณนั้นเริ่มอ่อนตัวแล้วจึงให้ความร้อนที่ปลายลวดเชื่อมที่บากไปพร้อมกัน
4. เมื่อชิ้นงานตรงรอยเชื่อมหลอมละลายมีลักษณะเป็นแปंगเป็ยกแล้วให้นำปลายลวดเชื่อมจุ่มลงในบริเวณที่จะเชื่อมพร้อมทั้งใช้แรงกดที่ลวดเชื่อม
5. เมื่อเริ่มเชื่อมแล้วต่อไปให้ความร้อนแก่ชิ้นงานและลวดเชื่อมต่อไปจนแล้วเสร็จโดยวางตำแหน่งลวดเชื่อมทำมุม 90 กับชิ้นงานเชื่อม



รูปที่ 2.38 การเริ่มต้นเชื่อม

6. การต่อลวดเชื่อม จะต้องเตรียมปลายของลวดทั้งสองให้เป็นมุมปากฉลาม 30 แล้วให้ความร้อนและนำมาต่อเชื่อมกัน

7. ขณะเชื่อมจะต้องสังเกตว่าแนวเชื่อมที่ดี จะต้องมิลลิขนาด 1 มม. ออกมาจากด้านข้างทั้งสองแนวเชื่อม โดยตลอดและต้องไม่เกิดสีน้ำตาลหรือสีดำ ที่ขอบของแนวเชื่อม ซึ่งสีดังกล่าวเป็นการไหม้ที่เกิดจากการให้ความร้อนในขณะที่เชื่อมสูงเกินไป



รูปที่ 2.39 ตัวอย่างการป้อนลวดที่ถูกและผิด

รูป A การใช้แรงกดเพื่อป้องกันลวดที่ถูกจะต้องไม่ให้ลวดเชื่อมเสียรูปร่างและต้องทำมุม 90 องศา

รูป B แสดงถึงการป้อนลวดที่มีมุมเอียงไปทางด้านตรงกันข้ามทิศทางการเชื่อม ซึ่งทำให้เกิดแรงดึงในเส้นลวดเชื่อม เป็นเหตุให้เกิดการแตกในแนวเชื่อมได้

รูป C แสดงการป้อนลวดที่มีมุมเอียงไปทางด้านทิศทางการเคลื่อนที่ของการเชื่อม จะทำให้การยึดเกาะของแนวเชื่อมไม่ดีและเกิดเป็นลอน

ตารางที่ 2.4 ข้อแนะนำการใช้อุณหภูมิของลมร้อนสำหรับเชื่อมพลาสติกชนิดต่างๆ

ชนิดพลาสติก	ช่วงอุณหภูมิลมร้อน ()
Cellulose acetate buty rate	525-575
Polyamide	625-675
Polyethylene - low density	500-550
- Medium density	525-575
- High density	550-600
Polyvinly chloride	
- Normal Impact	500-550
- High Impact	475-525
-Polypropylene	550-600
Chlorinate polyether	550-600

ตารางที่ 2.5 แรงกดลวดเชื่อมสำหรับการเชื่อมพลาสติกด้วยลมร้อน

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลวด (ม.ม.)	แรงกด (Kg)
2	0.5 - 0.8
3	0.8 - 1.5
4	1.5 - 2.0

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

จากการที่ได้ศึกษาขบวนการผลิตไบโพลีเมอร์อากาศ ซึ่งปัจจุบันชุมชนกำลังประสบปัญหา น้ำเน่าเสีย เนื่องจากปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการของสัตว์น้ำและพืชน้ำ อีกทั้งเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งยังประสบปัญหาเรื่อง ต้นทุนการผลิตสูง เนื่องจากราคาน้ำมันที่แพง อีกทั้งปัญหาการชำระคของไบโพลีเมอร์อากาศที่ใช้โดยทั่วไปเมื่อเสียหายและชำระแล้ว ไม่สามารถซ่อมแซมใหม่ได้ จึงจำเป็นต้องเปลี่ยนไบโพลีเมอร์ใหม่ทั้งใบจึงทำให้สิ้นเปลืองต้นทุนในการผลิต

ดังนั้นจึงได้มีการออกแบบและสร้างไบโพลีเมอร์อากาศโดยได้ดำเนินการวิจัยด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

- การวางแผนและเตรียมการ
- การออกแบบไบโพลีเมอร์อากาศเพื่อเป็นต้นแบบ
- การสร้างไบโพลีเมอร์อากาศ

3.1 การวางแผนและเตรียมการ

ตาราง 3.1 แสดงขั้นตอนและระยะเวลาการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลา 2552-2553									
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1 ศึกษาลักษณะกระบวนการทำงานของใบพัดเติมอากาศ	←→									
2 ออกแบบใบพัดเติมอากาศเพื่อเป็นต้นแบบ		←→								
3 สร้างต้นแบบใบพัดเติมอากาศ					←→					
4 ทดลองและรวบรวมข้อมูลปัญหาที่เกิดขึ้น								←→		
5 ปรับปรุงแก้ไขและจัดสร้างต้นแบบใบพัดเติมอากาศ								←→		
6 สรุปผลและจัดทำรูปเล่มปริยคุณิพนธ์				←→						

หมายเหตุ



กำหนดระยะเวลาดำเนินงาน



เวลาการดำเนินงานจริง

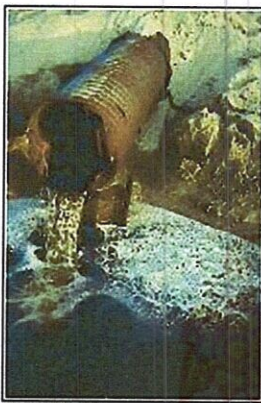
จากตาราง 3.1 แสดงขั้นตอนและระยะเวลาการดำเนินงานเป็นการวางแผนและเตรียมการเพื่อศึกษา ออกแบบ สร้างและวิจัยเกี่ยวกับใบพัดเติมอากาศซึ่งข้อมูลที่นั่นมาจากหนังสือและอินเทอร์เน็ต

3.2 การออกแบบบำบัดเติมอากาศเพื่อเป็นต้นแบบ

เนื่องจากไบโพลีที่ใช้ในปัจจุบันเมื่อเกิดความเสียหาย หรือชำรุดแล้วไม่สามารถนำกลับมาซ่อมแซม จึงจำเป็นต้องเปลี่ยนไบโพลีใหม่ทำให้ต้นทุนในการผลิตเพิ่มมากขึ้น
ขั้นตอนในการผลิตไบโพลีเติมอากาศมีขั้นตอนดังนี้

- กำหนดปัญหาที่เกิดขึ้นในชุมชน
- วิเคราะห์ปัญหา
- ศึกษาข้อมูล
- การคำนวณ ออกแบบและสร้างไบโพลีเติมอากาศต้นแบบ

3.2.1 กำหนดปัญหาที่เกิดขึ้นในชุมชน



CENV 0590



CENV 0324



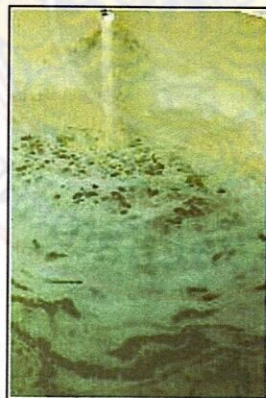
CENV 0363



CENV 0522



CENV 0216

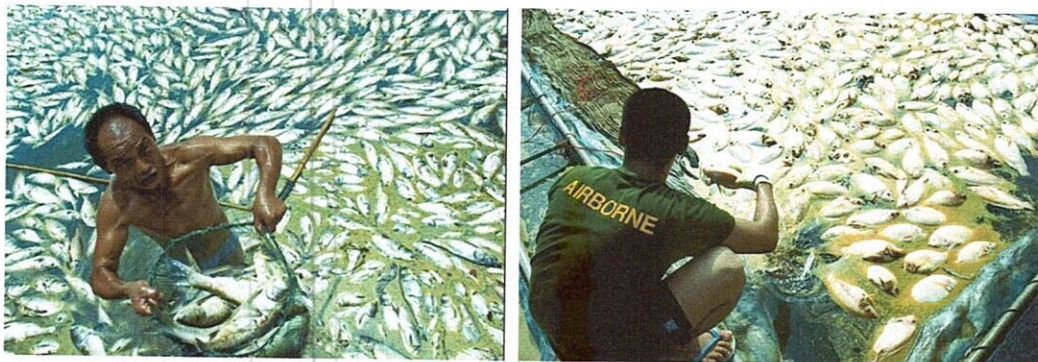


CENV 0046

รูปที่ 3.1 แสดงสภาพน้ำเน่าเสียที่เกิดขึ้นในชุมชน

สภาพน้ำเน่าเสียที่เกิดขึ้นในชุมชน อันเนื่องมาจากอุตสาหกรรมการผลิตและการขยายตัวของชุมชน ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดปัญหาน้ำเน่าเสีย

3.2.2 วิเคราะห์ปัญหา



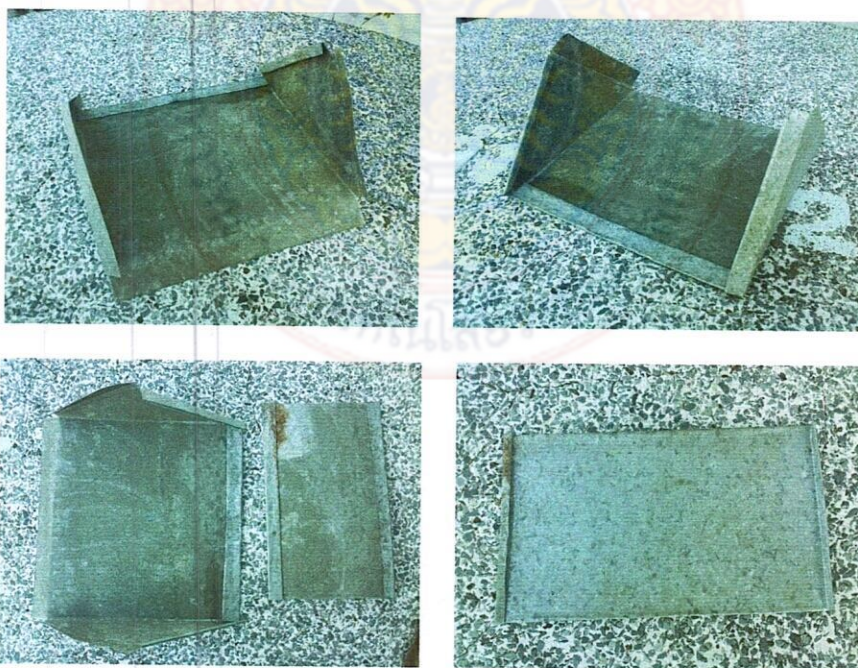
รูปที่ 3.2 แสดงปัญหาน้ำเน่าเสีย

จากปัญหาที่เกิดขึ้นทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลง ซึ่งสังเกตได้จากน้ำที่เน่าเสีย ซึ่งทำให้สัตว์น้ำขาดออกซิเจนในการดำรงชีวิต ดังนั้นจึงทำให้สัตว์และพืชในน้ำลดลงอย่างเห็นได้ชัด

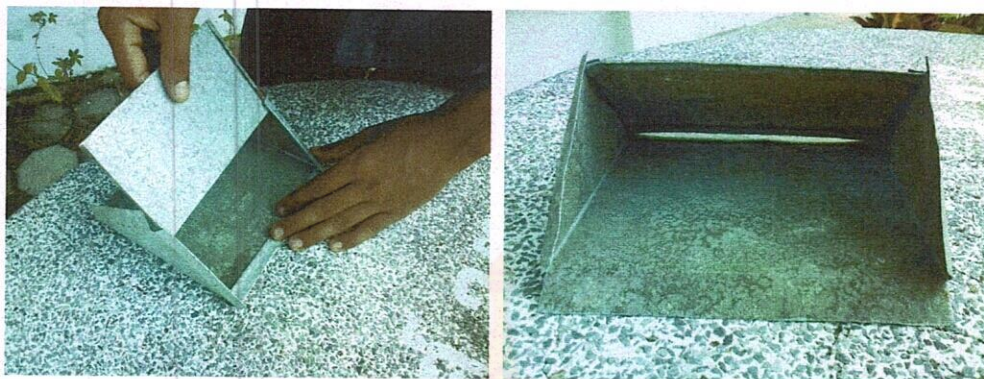
3.2.3 ศึกษาข้อมูล

จากปัญหาที่เกิดขึ้นจำเป็นต้องศึกษาข้อมูลหาสาเหตุของการที่น้ำเน่าเสียซึ่งก่อให้เกิดความสูญเสีย เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาแก้ไขปัญหานี้

3.2.4 การคำนวณ ออกแบบและสร้างใบพัดเติมอากาศต้นแบบ



รูปที่ 3.3 แสดงแผ่นโลหะที่พับขึ้นเพื่อนำไปเข้าตะเข็บให้ได้รูปทรงตามแบบ

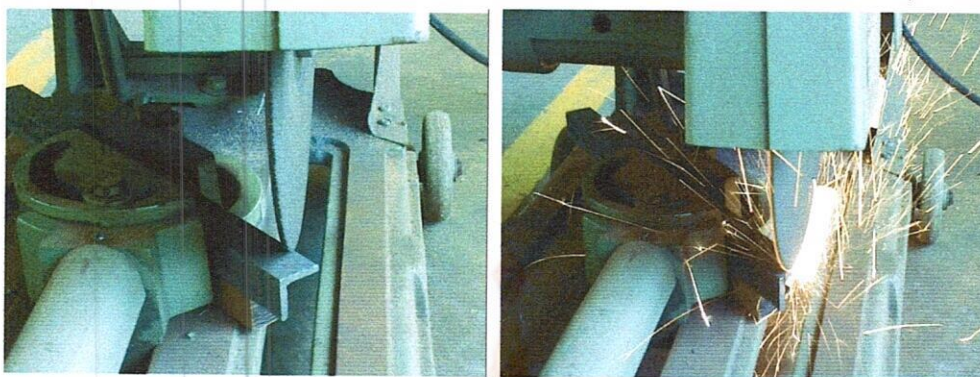


รูปที่ 3.4 แสดงการประกอบแผ่นโลหะ

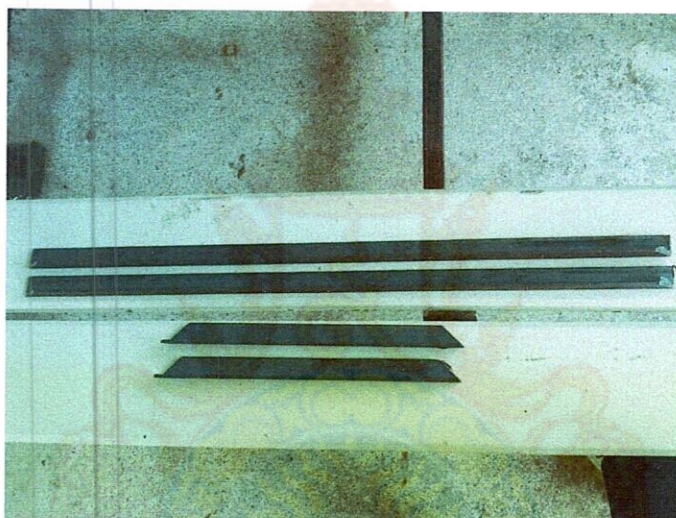
โดยวิธีการเข้าตะเข็บสองชั้นเข้าด้วยกัน โดยให้ระยะห่างของช่องว่างในการระบายน้ำออก เพื่อนำไปทดลองหาขนาดความกว้างของรูระบายที่ต่างกันในแต่ละชั้น เพื่อนำไปทดลองหาขนาดของรูที่เหมาะสม



รูปที่ 3.5 แสดงการตัดเหล็กเพื่อใช้ในการทำโครงเป็นส่วนรองรับใบพัด



รูปที่ 3.6 แสดงการตัดมุมของเหล็กฉากเพื่อนำไปประกอบเป็นฐานวางชุดส่งกำลัง



รูปที่ 3.7 แสดงชิ้นส่วนที่จะนำไปประกอบเป็นฐานวางชุดส่งกำลัง



รูปที่ 3.8 แสดงการเชื่อมประกอบฐานวางชุดส่งกำลัง



รูปที่ 3.9 แสดงฐานวางชุดส่งกำลัง



รูปที่ 3.10 แสดงการประกอบมอเตอร์เข้ากับฐานวางชุดส่งกำลัง



รูปที่ 3.11 แสดงการเจาะรู ขนาด $\varnothing 20$ mm. จำนวน 12 รู
เพื่อลดแรงเสียดทานระหว่างน้ำกับใบพัด



รูปที่ 3.12 แสดงการลอบคมใบพัดด้วยตะไบ



รูปที่ 3.13 แสดงใบที่ทำขึ้นมาแล้วต้องแก้ไขใหม่ เนื่องจากต้องการให้ใบถอยออกจากกันได้



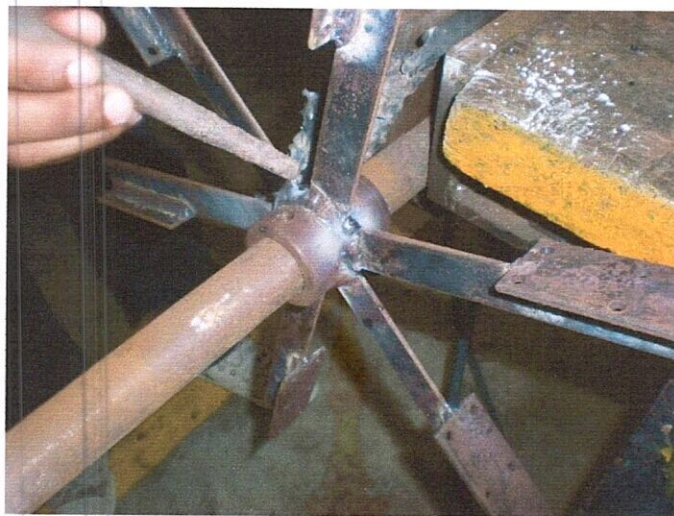
รูปที่ 3.14 แสดงการกลึงแกนเพลลา



รูปที่ 3.15 แสดงแกนเพลลา



รูปที่ 3.16 แสดงการขึ้นโครงแกนใบพัดเพื่อใช้ในการรองรับใบพัด



รูปที่ 3.17 แสดงการตรวจสอบรอยเชื่อม



รูปที่ 3.18 แสดงโครงที่สร้างสำเร็จเพื่อนำมาใช้ในการทดลอง



รูปที่ 3.19 แสดงการประกอบใบพัดเข้ากับโครง

การคำนวณ

คำนวณหาความเร็วรอบครั้งที่ 1

ข้อมูลประกอบการคำนวณ

- มอเตอร์ขนาด 1 HP ความเร็วรอบ 1430 rpm
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพูลย์ขับ $D_p = 50.8$ mm
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพูลย์ตาม $d_p = 254$ mm

สูตร $n_1 \times d_1 = n_2 \times d_2$

หรือ $\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_1}{d_2}$

เมื่อ $n_1 =$ ความเร็วรอบพูลย์ขับ (rpm)

$n_2 =$ ความเร็วรอบพูลย์ตาม (rpm)

$d_1 =$ เส้นผ่านศูนย์กลางพูลย์ขับ (mm)

$d_2 =$ เส้นผ่านศูนย์กลางพูลย์ตาม (mm)

แทนค่า จาก $n_1 \times d_1 = n_2 \times d_2$

$$(1430)(50.8) = (n_2)(254)$$

$$n_2 = \frac{1430 \times 50.8}{254}$$

$$n_2 = 286$$

เนื่องจากความเร็วรอบที่ได้จากการทดรอบครั้งที่ 1 คือ 286 rpm ซึ่งมีค่ามากเกินไป ดังนั้นจึงต้องทำการคำนวณหาความเร็วรอบเป็นครั้งที่ 2

การคำนวณหาความเร็วรอบครั้งที่ 2

ข้อมูลประกอบการคำนวณ

- ความเร็วรอบที่ได้จากการคำนวณครั้งที่ 1 คือ 286 rpm
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพูลเลย์ขับ $D_p = 50.8 \text{ mm}$
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพูลเลย์ตาม $d_p = 203.2 \text{ mm}$

สูตร $n_1 \times d_1 = n_2 \times d_2$

หรือ $\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_1}{d_2}$

เมื่อ $n_1 =$ ความเร็วรอบพูลเลย์ขับ (rpm)

$n_2 =$ ความเร็วรอบพูลเลย์ตาม (rpm)

$d_1 =$ เส้นผ่านศูนย์กลางพูลเลย์ขับ (mm)

$d_2 =$ เส้นผ่านศูนย์กลางพูลเลย์ตาม (mm)

แทนค่า จาก $n_1 \times d_1 = n_2 \times d_2$

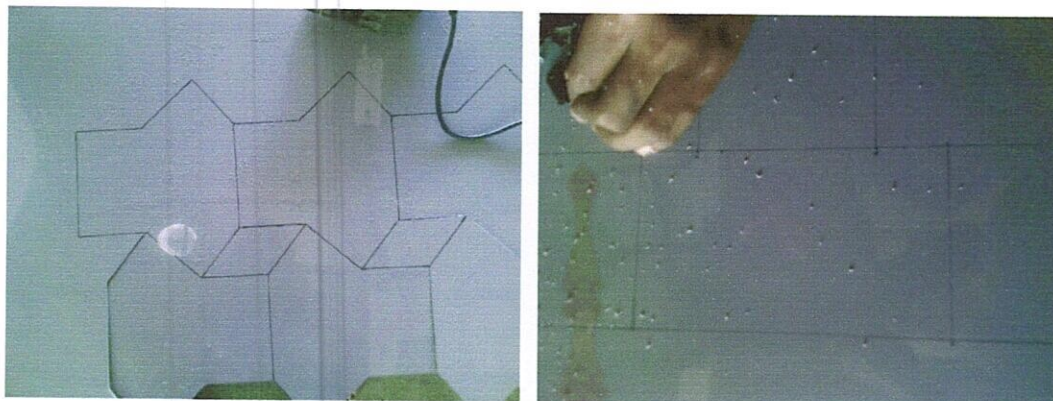
$$(286)(50.8) = (n_2)(203.2)$$

$$n_2 = \frac{286 \times 50.8}{203.2}$$

$$n_2 = 71.5 \text{ rpm}$$

ดังนั้นความเร็วรอบที่ได้คือ 71.5 rpm

3.3 การสร้างใบพัดเติมอากาศ



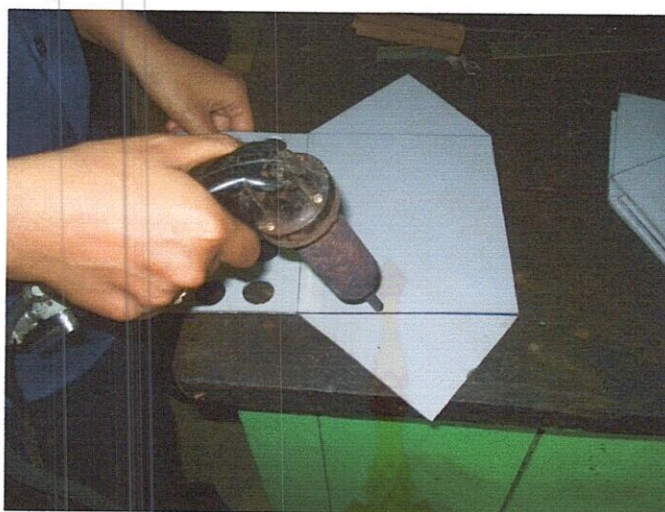
รูปที่ 3.20 แสดงแบบใบพัดเติมอากาศที่ร่างบนแผ่นพลาสติกหนา 6 มม.



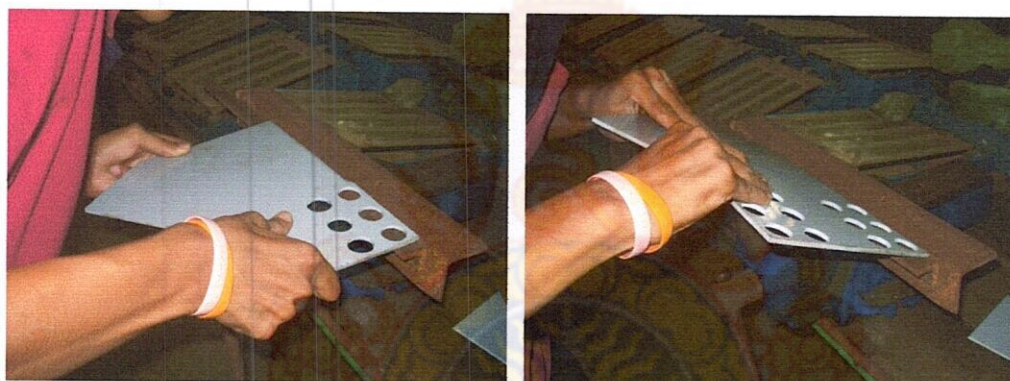
รูปที่ 3.21 แสดงการตัดใบพัดเติมอากาศตามแบบที่ร่างไว้



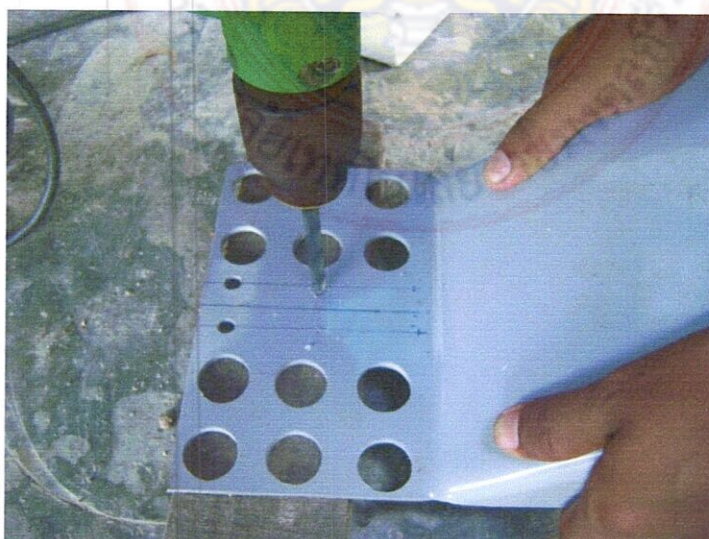
รูปที่ 3.22 แสดงการเจาะรู ขนาด \varnothing 20 mm. จำนวน 12 รู
เพื่อลดแรงเสียดทานระหว่างน้ำกับใบพัด



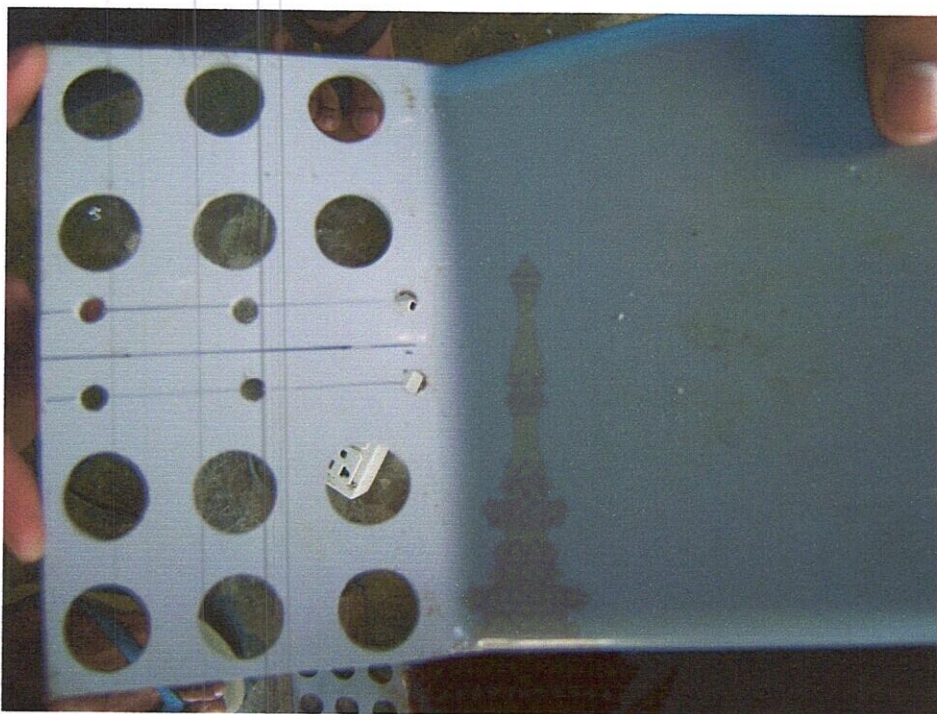
รูปที่ 3.23 แสดงการเป่าลมร้อนก่อนการนำไปพับ



รูปที่ 3.24 แสดงการพับใบพัดเติมอากาศ



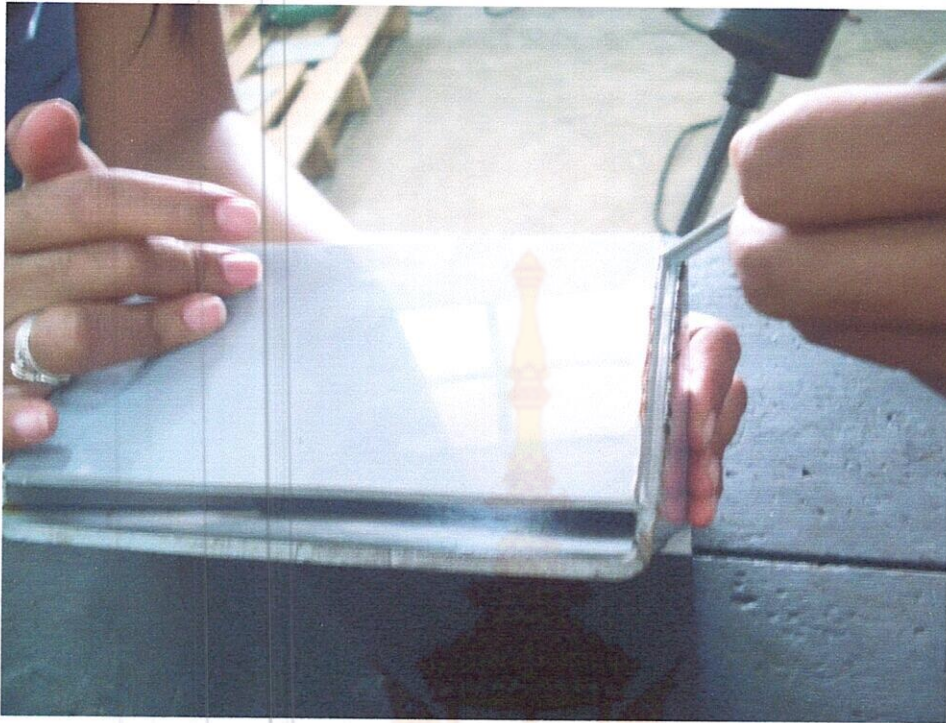
รูปที่ 3.25 แสดงการเจาะรูเพื่อใช้ยึดติดกับโครงใบพัดเติมอากาศ



รูปที่ 3.26 แสดงใบพัดเพื่อนำไปยึดติดกับโครงใบพัดเดิมอากาศ



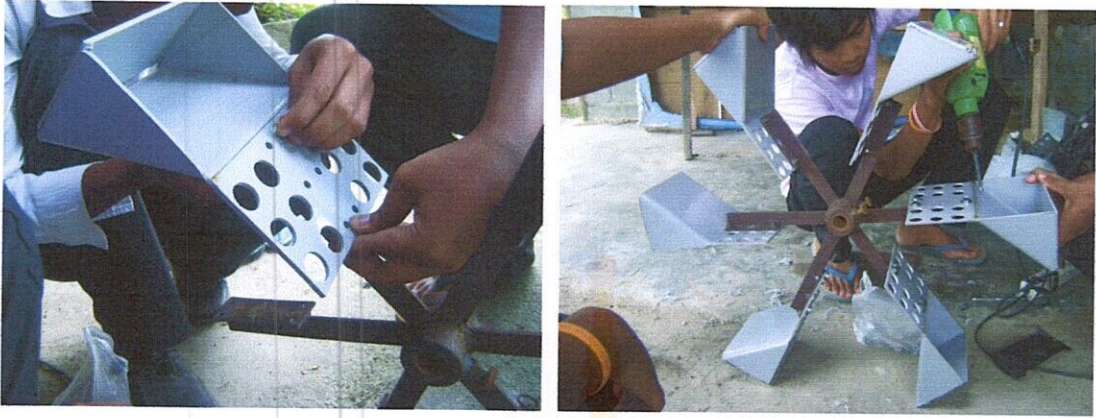
รูปที่ 3.27 แสดงการเริ่มต้นการเชื่อมพลาสติก



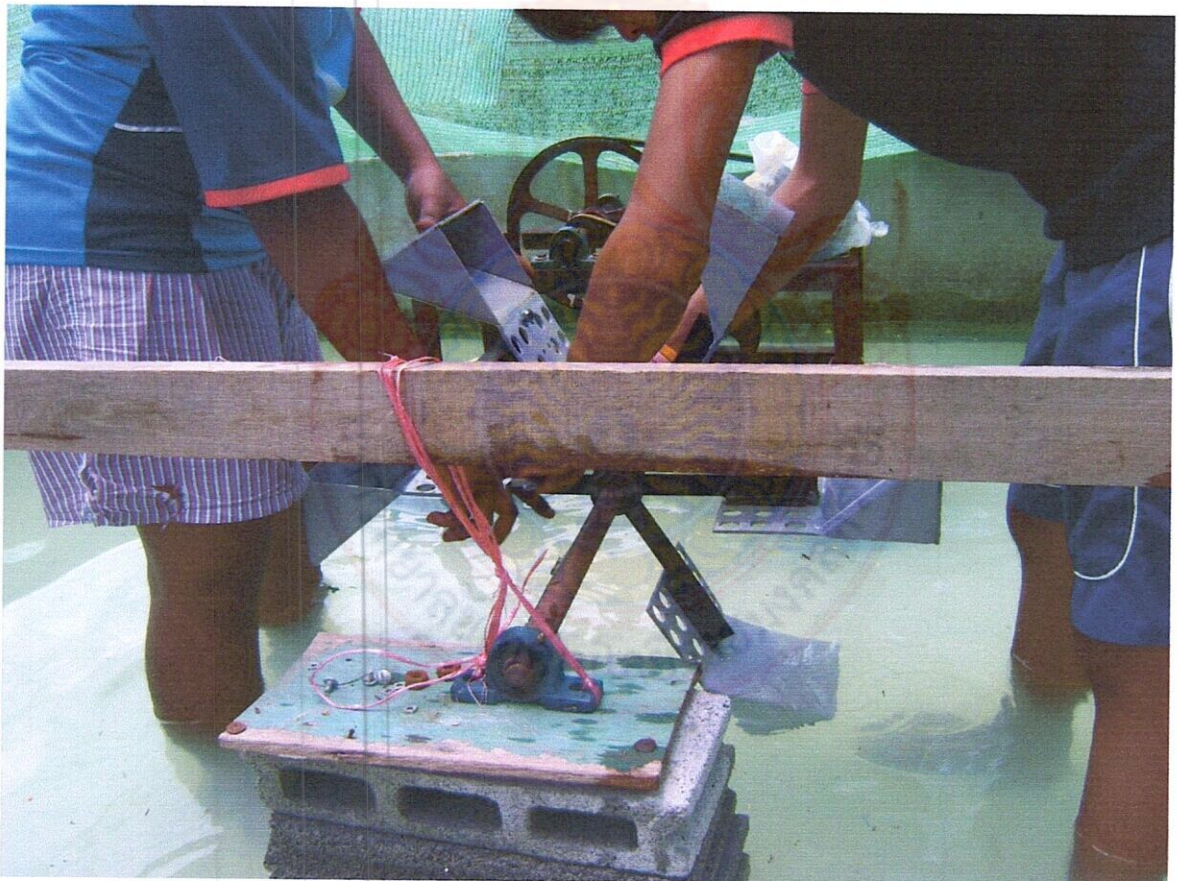
รูปที่ 3.28 แสดงการเชื่อมพลาสติก



รูปที่ 3.29 แสดงใบพัดเติมอากาศ



รูปที่ 3.30 แสดงการประกอบใบพัดเติมอากาศเข้ากับโครง



รูปที่ 3.31 แสดงการตัดตั้งใบพัดเติมอากาศเพื่อใช้ในการทดลอง

บทที่ 4

ผลการศึกษา

เนื่องจากสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นกับเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง ไม่ว่าจะเป็นปัญหาน้ำเน่าเสีย หรือน้ำมีออกซิเจนไม่เพียงพอ ต่อการดำรงชีวิตของกุ้งและสัตว์น้ำอื่นๆแล้ว ยังมีปัญหาที่ตามมาอีกมากโดยที่เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งปฏิเสธไม่ได้ คือปัญหาที่ใบพัดเมื่อเกิดการชำรุดแล้วไม่สามารถซ่อมบำรุงขึ้นมาใช้ใหม่ได้ จะต้องทำการเปลี่ยนใหม่ ซึ่งทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายโดยสิ้นเชิงต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง ดังนั้นจึงได้มีการผลิตใบพัดเติมอากาศขึ้นมาทดแทนใบพัดเติมอากาศแบบเดิม ซึ่งจะมีข้อดีคือ เมื่อใบพัดเกิดการชำรุด สามารถถอดเปลี่ยนใบใหม่ได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนทั้งชุด ทำให้ลดค่าใช้จ่ายได้อีกทั้งออกซิเจนที่ได้จากการตีน้ำก็จะมีค่ามากกว่าการตีน้ำด้วยใบพัดแบบเดิมอีกด้วย



รูปที่ 4.1 แสดงใบพัดเติมอากาศแบบเก่าที่เกิดการชำรุด

จากการดำเนินงานออกแบบและสร้างไบโพลิตีเมออากาศ จะต้องมีการวางแผนลำดับขั้นตอนในการออกแบบและสร้าง เพื่อจะได้ทราบถึงปัญหาที่จะเกิดขึ้น และช่วยในการลดระยะเวลาในการสร้างเนื่องจากการคอยชิ้นส่วนบางชิ้นให้เสร็จก่อนตามลำดับขั้นตอน ในการสร้างไบโพลิตีเมออากาศ ได้มีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

- การเปรียบเทียบขนาดความกว้างของรูนํ้าออก เพื่อหาขนาดความกว้างของรูก่อนนำไปประกอบกับโครงไบโพลิตี
- การทดลองการตีน้ำของไบโพลิตีเมออากาศต้นแบบ
- การทดลองการตีน้ำของไบโพลิตีเมออากาศ
- การตรวจหาค่าออกซิเจนในน้ำ (DO) ด้วยชุดทดสอบดีไอ (DO) หลังจากการตีน้ำด้วยไบโพลิตีเมออากาศต้นแบบ
- ผลการทดลอง

4.1 การเปรียบเทียบขนาดความกว้างของรูนํ้าออกเพื่อหาขนาดความกว้างของรูก่อนนำไปประกอบกับโครงไบโพลิตี



รูปที่ 4.2 แสดงการตักน้ำเพื่อหาขนาดความกว้างของรูที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบและสร้างต้นแบบ



รูปที่ 4.3 แสดงความกว้างของรู 0.5 cm. ตักน้ำไถระยะ 0.8 m. เวล่าน้ำหมด 3-4 s



รูปที่ 4.4 แสดงความกว้างของรู 0.8 cm. ตักน้ำไถระยะ 0.9 m. เวล่าน้ำหมด 1-2 s



รูปที่ 4.5 แสดงความกว้างของรู 1.0 cm. ตักน้ำไถระยะ 1 m. เวลาน้ำหมด 1 s

เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบความกว้างของรูน้ำออก ซึ่งความกว้างรู 1.0 cm. ตักน้ำไถระยะ 1 m. เวลาน้ำหมด 1 s เป็นการทดลองขึ้นแล้วได้ผลดีที่สุด ดังนั้นจึงเลือกขนาดความกว้างของรูดังกล่าวเพื่อนำไปประกอบกับโครงของใบพัดที่ได้ทำขึ้นมา

4.2 การทดลองการตีน้ำของใบพัดเติมอากาศต้นแบบ



รูปที่ 4.6 แสดงใบพัดเติมอากาศต้นแบบตีน้ำซึ่งถ่ายจากด้านหน้า



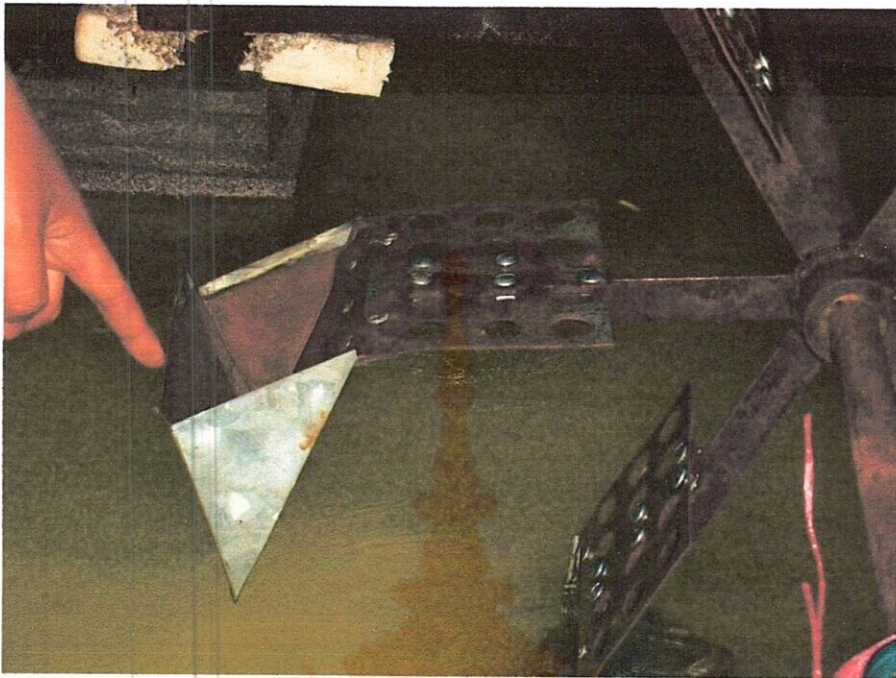
รูปที่ 4.7 แสดงใบพัดเติมอากาศต้นแบบตีน้ำซึ่งถ่ายจากมุมด้านซ้าย



รูปที่ 4.8 แสดงใบพัดเติมอากาศต้นแบบตีน้ำซึ่งถ่ายจากมุมด้านขวา



รูปที่ 4.9 แสดงใบพัดเติมอากาศต้นแบบตีน้ำได้ไกลเป็นระยะ 1.67 เมตร



รูปที่ 4.10 แสดงภาพหลังจากที่ตื้น้ำด้วยใบพัดเติมอากาศ
ต้นแบบแล้ว ทำให้ใบพัดเติมอากาศเสียรูปทรง



รูปที่ 4.11 แสดงภาพหลังจากที่ตื้น้ำด้วยใบพัดเติมอากาศ
ต้นแบบแล้ว ทำให้ใบพัดเติมอากาศเสียรูปทรง

4.3 การทดลองการตีน้ำของใบพัดเติมอากาศ



รูปที่ 4.12 แสดงการติดตั้งใบพัดเติมอากาศ (แบบเก่า)



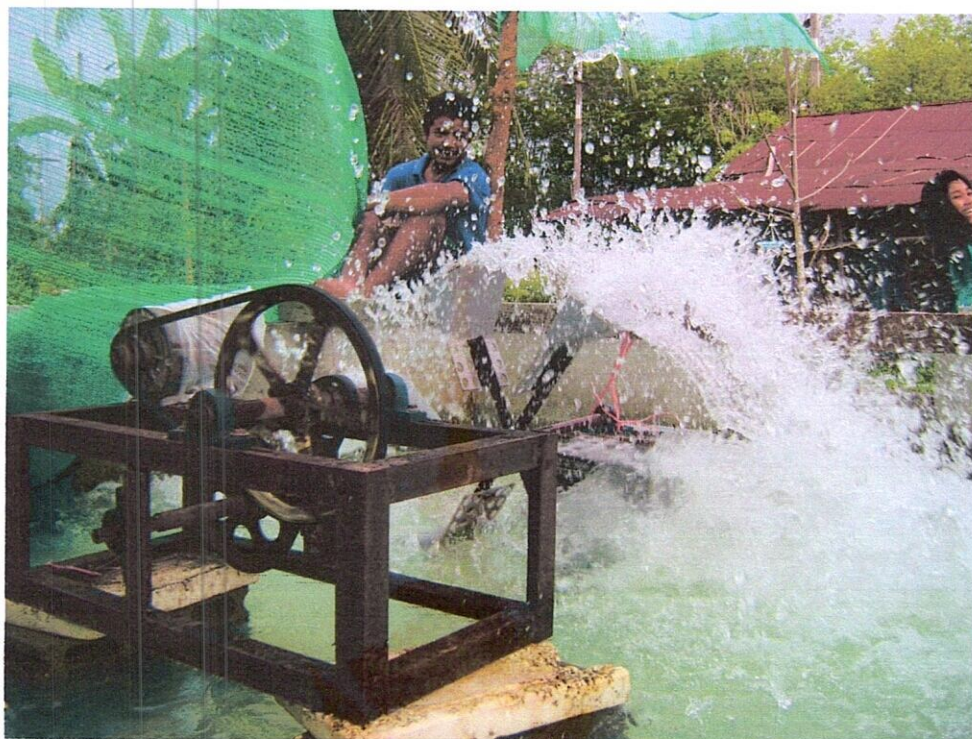
รูปที่ 4.13 แสดงการตีน้ำของใบพัดเติมอากาศ (แบบเก่า)



รูปที่ 4.14 แสดงการติดตั้งใบพัดเติมอากาศ



รูปที่ 4.15 แสดงภาพใบพัดเติมอากาศก่อนการตีน้ำ



รูปที่ 4.16 แสดงการตีน้ำของใบพัดเติมอากาศ



4.4 การตรวจหาค่าออกซิเจนในน้ำ (DO) ด้วยชุดทดสอบดีโอ (DO) หลังจากการตีน้ำด้วยใบพัด เติมอากาศต้นแบบ

สำหรับการตรวจสอบหาออกซิเจนละลายในน้ำ (DO) มีการตรวจสอบด้วยกัน 2 วิธี คือ วิธีไฮไซด์แบบปรับปรุง (Azide Modification) และวิธีเมมเบรนอิเล็กโทรด (เครื่องวัดค่า DO) และวิธีที่เลือกในการตรวจสอบครั้งนี้คือ วิธีไฮไซด์แบบปรับปรุง (Azide Modification) โดยวิธีการไตเตรต เพราะวิธีนี้สามารถหาซื้ออุปกรณ์ได้ง่าย ราคาถูก ที่สำคัญอุปกรณ์การตรวจสอบสามารถตรวจสอบได้ที่ภาคสนาม

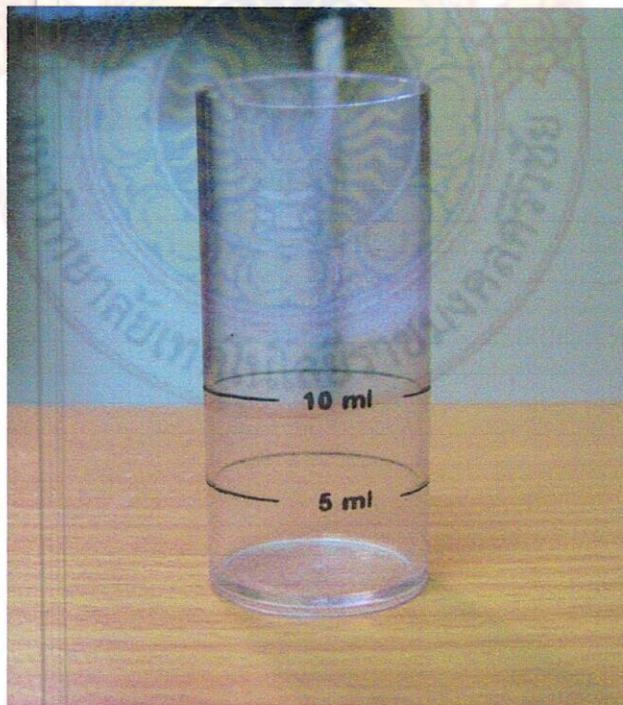
- อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจหาค่าออกซิเจนในน้ำ (DO) ชุดภาคสนาม



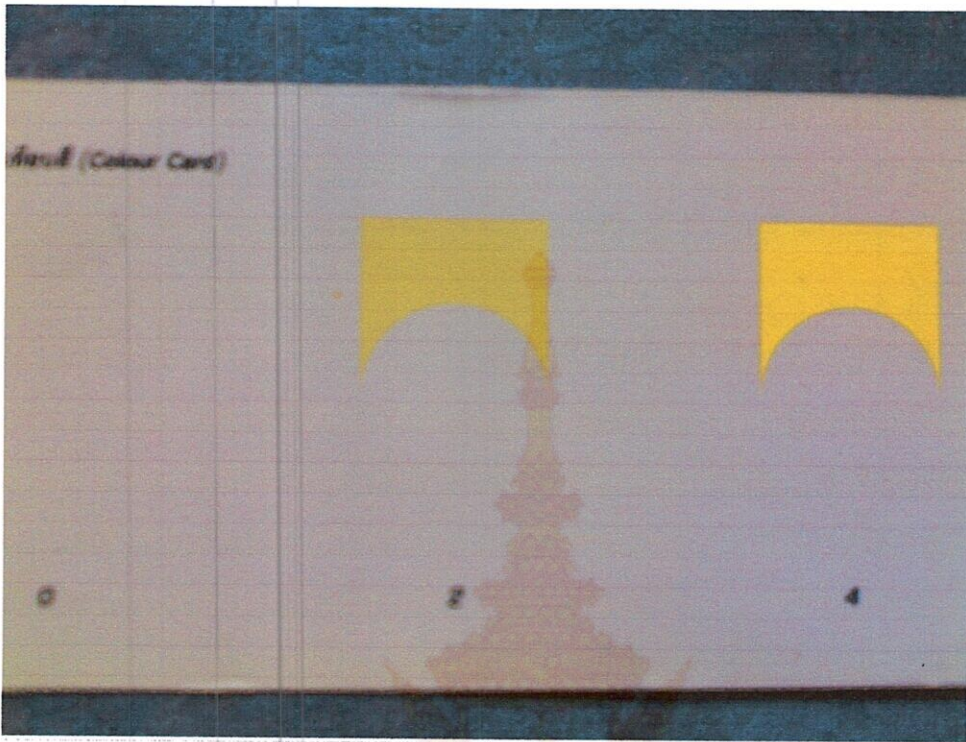
รูปที่ 4.17 แสดงอุปกรณ์การตรวจหาค่าออกซิเจนในน้ำ (DO)



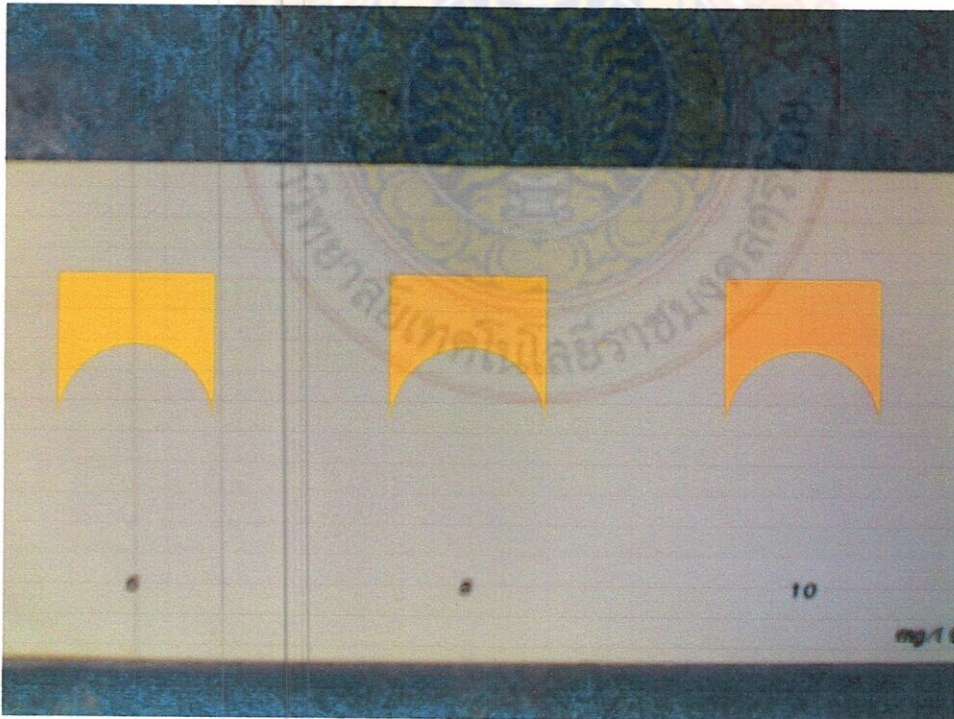
รูปที่ 4.18 แสดงขวดบีโอดี



รูปที่ 4.19 แสดงหลอดทดสอบ



รูปที่ 4.20 แสดงแผ่นเทียบสีที่ใช้วัดออกซิเจนละลายในน้ำ



รูปที่ 4.21 แสดงแผ่นเทียบสีที่ใช้วัดออกซิเจนละลายในน้ำ

- สารเคมีที่ใช้ในการทดสอบ



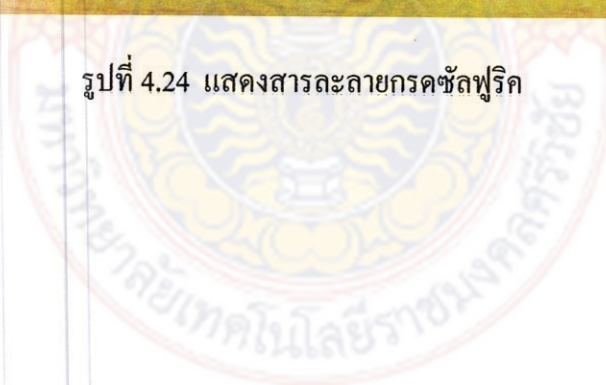
รูปที่ 4.22 แสดงสารละลายเมงกานีส



รูปที่ 4.23 แสดงสารละลายอีคาไลต์ไอโอดีนไฮไดรด์



รูปที่ 4.24 แสดงสารละลายกรดซัลฟูริก



- ขั้นตอนการตรวจหาออกซิเจนละลายในน้ำ (DO) โดยใช้ชุดทดสอบแบบภาคสนาม

ขั้นตอนที่ 1 จุ่มขวดบีโอดี ในน้ำที่มีความลึก 30 ซม. รอจนน้ำเต็มขวดตัวอย่าง สังเกตได้โดยไม่มีฟองอากาศลอยขึ้นมาบนผิวน้ำ (ถ้าหากมีฟองอากาศให้ทำการเก็บตัวอย่างใหม่)



รูปที่ 4.25 แสดงการเก็บตัวอย่างน้ำ

ขั้นตอนที่ 2 หยดสารละลายแมงกานีสลงในตัวอย่างน้ำจำนวน 4 หยด



รูปที่ 4.26 แสดงการหยดสารละลายแมงกานีสลงในขวดเก็บตัวอย่างน้ำ

ขั้นตอนที่ 3 หยดสารละลายอัครคาไลก์ไอโอไดด์เอไซด์ลงในตัวอย่างน้ำจำนวน 4 หยด



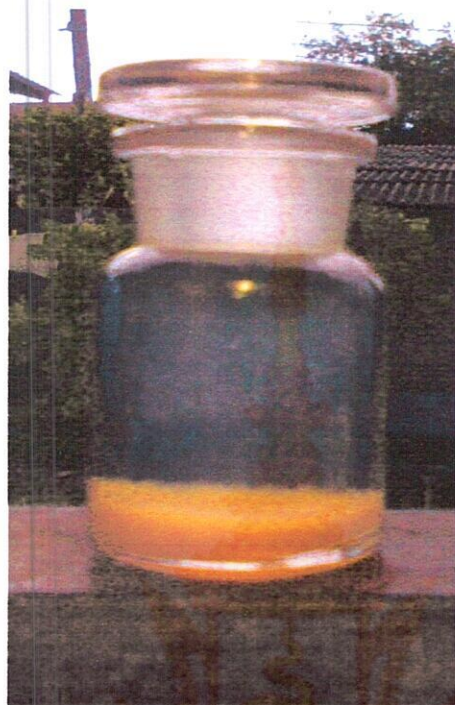
รูปที่ 4.27 แสดงการหยดสารละลายอัครคาไลก์ไอโอไดด์เอไซด์ลงในขวดเก็บตัวอย่างน้ำ

ขั้นตอนที่ 4 ปิดจุกขวดบีโอดีแล้วพลิกขวดไปมา 15 ครั้งจนเห็นมีตะกอนสีน้ำตาลเกิดขึ้น



รูปที่ 4.28 แสดงการเขย่าขวดบีโอดี

ขั้นตอนที่ 5 ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน จนได้ส่วนบนเป็นน้ำใสไม่น้อยกว่าครึ่งขวด



รูปที่ 4.29 แสดงตะกอนที่เกิดขึ้น

ขั้นตอนที่ 6 หยดสารละลายกรดซัลฟูริกลงในตัวอย่างน้ำจำนวน 8 หยด



รูปที่ 4.30 แสดงการหยดสารละลายกรดซัลฟูริก

ขั้นตอนที่ 7 ปิดจุกขวดก่อนที่ตะกอนจะลอยจากปากขวด แล้ว
พลิกขวดไปมาจนตะกอนละลายหมด ได้สารละลายสีเหลือง



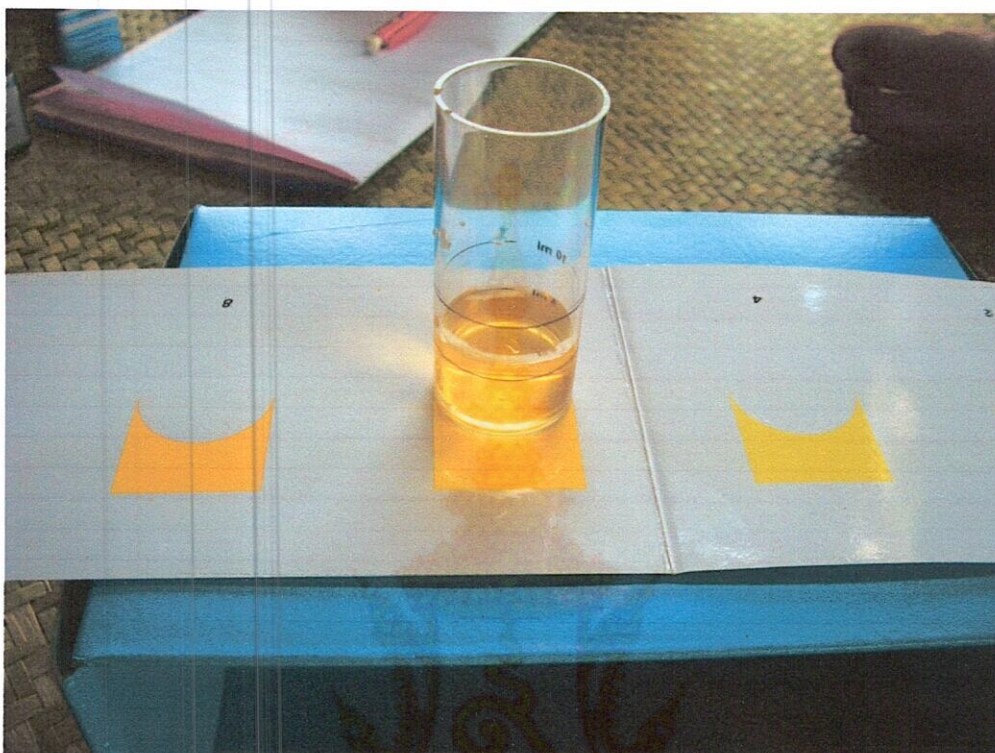
รูปที่ 4.31 แสดงการพลิกขวดไปมาจนตะกอนละลายหมด

ขั้นตอนที่ 8 ถ้างลอคทดสอบด้วยสารละลายในขวดบีโอดี แล้วเติมจนถึง 5 มิลลิลิตร

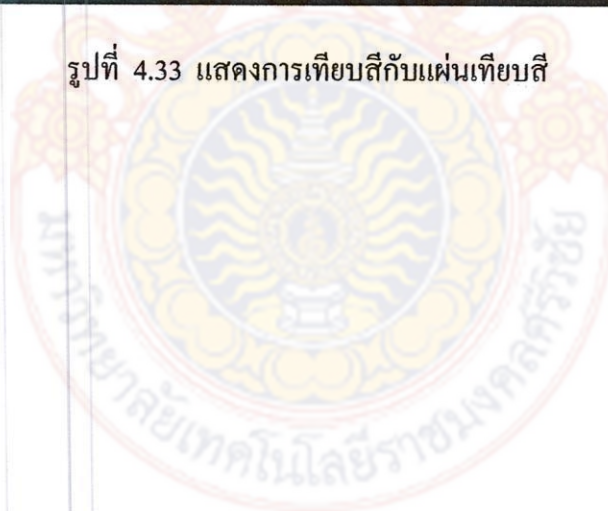


รูปที่ 4.32 แสดงการเทสารละลายลงในหลอดเก็บตัวอย่างน้ำ

ขั้นตอนที่ 9 นำหลอดตัวอย่างมาเทียบกับแถบสีเพื่อหาออกซิเจนละลาย


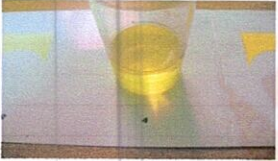






รูปที่ 4.33 แสดงการเทียบสีกับแผ่นเทียบสี



4.5 ผลการทดลอง

4.1 ตารางการทดลองครั้งที่ 1 การต้มน้ำของใบพัดเติมอากาศต้นแบบ

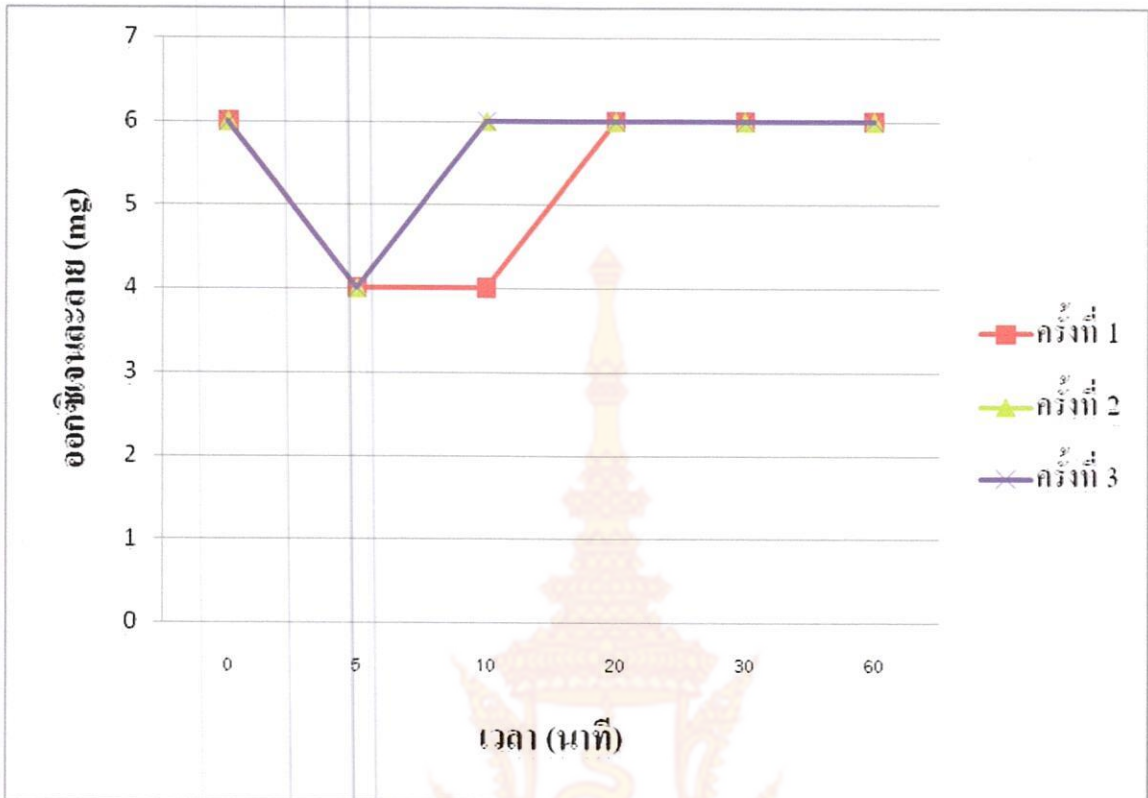
เวลา	ผลการทดสอบ	
	รูป	ความหมาย
ก่อนต้มน้ำ	 6 มิลลิกรัม	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 6 มิลลิกรัมต่อลิตร
5 นาที	 4 มิลลิกรัม	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 4 มิลลิกรัมต่อลิตร
10 นาที	 4 มิลลิกรัม	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 4 มิลลิกรัมต่อลิตร
20 นาที	 6 มิลลิกรัม	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 6 มิลลิกรัมต่อลิตร
30 นาที	 6 มิลลิกรัม	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 6 มิลลิกรัมต่อลิตร
60 นาที	 6 มิลลิกรัม	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 6 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตาราง 4.2 การทดลองครั้งที่ 2 การคืนน้ำของใบพัดเติมอากาศต้นแบบ

เวลา	ผลการทดสอบ	
	รูป	ความหมาย
ก่อนคืนน้ำ	 6 มิลลิกรัม	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 6 มิลลิกรัมต่อลิตร
5 นาที	 4 มิลลิกรัม	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 4 มิลลิกรัมต่อลิตร
10 นาที	 6 มิลลิกรัม	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 6 มิลลิกรัมต่อลิตร
20 นาที	 6 มิลลิกรัม	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 6 มิลลิกรัมต่อลิตร
30 นาที	 6 มิลลิกรัม	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 6 มิลลิกรัมต่อลิตร
60 นาที	 6 มิลลิกรัม	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 6 มิลลิกรัมต่อลิตร


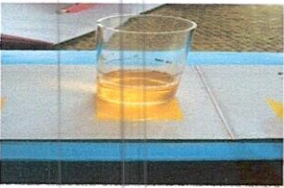


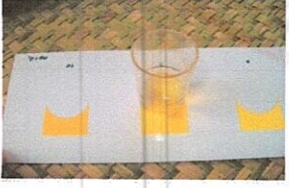

ตาราง 4.3 การทดลองครั้งที่ 3 การตีน้ำของใบพัดเติมอากาศต้นแบบ

เวลา	ผลการทดสอบ	
	รูป	ความหมาย
ก่อนตีน้ำ	 <p>6 มิลลิกรัม</p>	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 6 มิลลิกรัมต่อลิตร
5 นาที	 <p>4 มิลลิกรัม</p>	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 4 มิลลิกรัมต่อลิตร
10 นาที	 <p>6 มิลลิกรัม</p>	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 6 มิลลิกรัมต่อลิตร
20 นาที	 <p>6 มิลลิกรัม</p>	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 6 มิลลิกรัมต่อลิตร
30 นาที	 <p>6 มิลลิกรัม</p>	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 6 มิลลิกรัมต่อลิตร
60 นาที	 <p>6 มิลลิกรัม</p>	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 6 มิลลิกรัมต่อลิตร

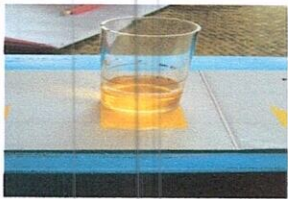

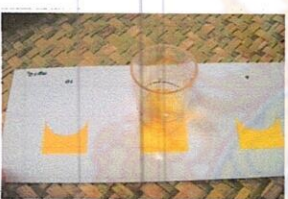

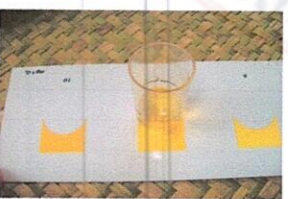
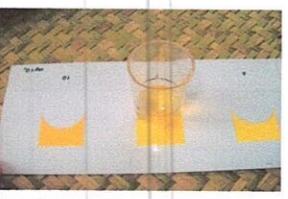


รูปที่ 4.34 กราฟแสดงการเปรียบเทียบการตีน้ำของใบพัดเติมอากาศต้นแบบทั้ง 3 ครั้ง

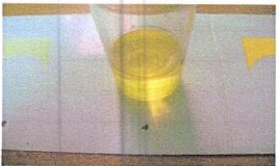

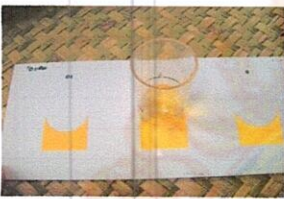
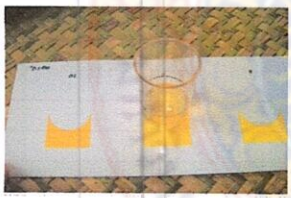
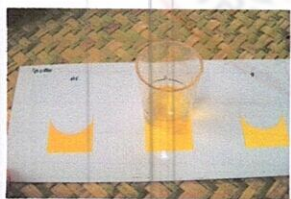

ตาราง 4.4 การทดลองครั้งที่ 1 การดีน้ำของใบพัดเติมอากาศแบบเก่า

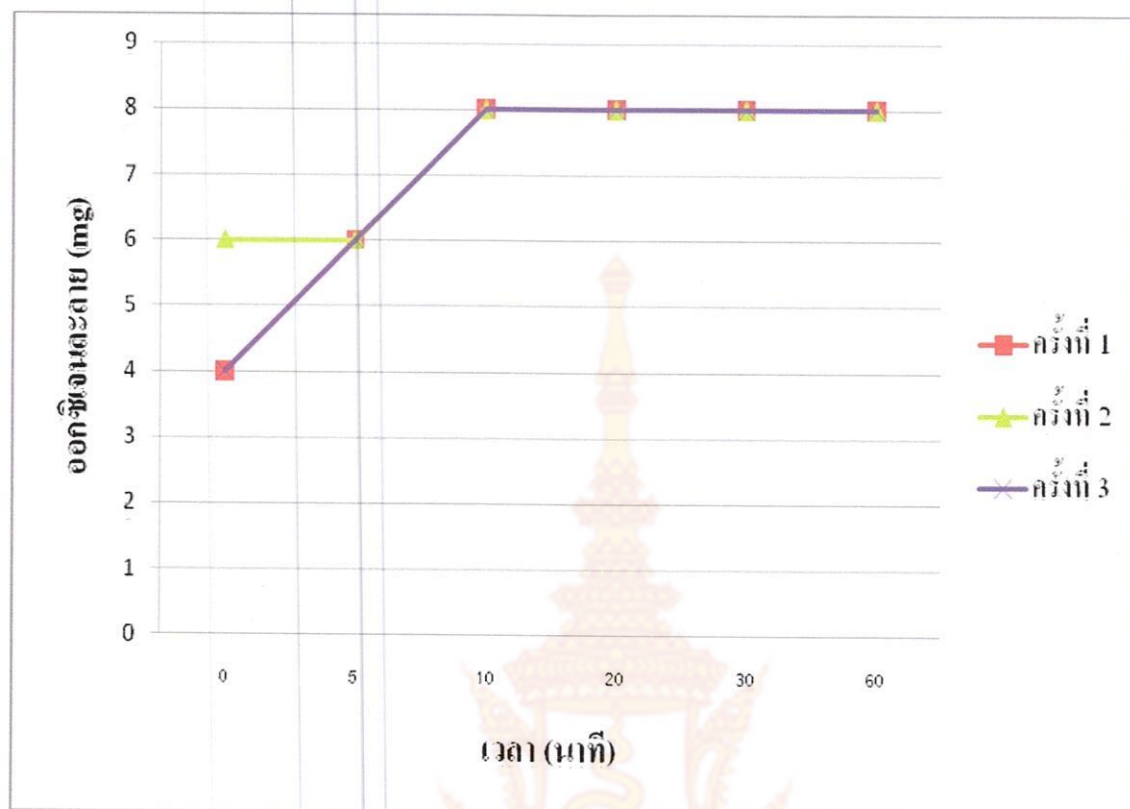
เวลา	ผลการทดสอบ	
	รูป	ความหมาย
ก่อนดีน้ำ	 4 มิลลิลิตร	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 4 มิลลิลิตรต่อลิตร
5 นาที	 6 มิลลิลิตร	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 6 มิลลิลิตรต่อลิตร
10 นาที	 8 มิลลิลิตร	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 8 มิลลิลิตรต่อลิตร
20 นาที	 8 มิลลิลิตร	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 8 มิลลิลิตรต่อลิตร
30 นาที	 8 มิลลิลิตร	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 8 มิลลิลิตรต่อลิตร
60 นาที	 8 มิลลิลิตร	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 8 มิลลิลิตรต่อลิตร

ตาราง 4.5 การทดลองครั้งที่ 2 การต้มน้ำของใบพัดเติมอากาศแบบเก่า

เวลา	ผลการทดสอบ	
	รูป	ความหมาย
ก่อนต้มน้ำ	 6 มิลลิกรัม	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 6 มิลลิกรัมต่อลิตร
5 นาที	 6 มิลลิกรัม	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 6 มิลลิกรัมต่อลิตร
10 นาที	 8 มิลลิกรัม	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร
20 นาที	 8 มิลลิกรัม	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร
30 นาที	 8 มิลลิกรัม	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร
60 นาที	 8 มิลลิกรัม	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร

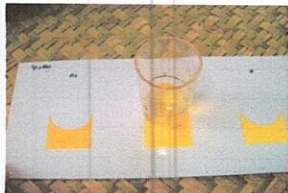
ตาราง 4.6 การทดลองครั้งที่ 3 การติ่งน้ำของใบพัดเติมอากาศแบบเก่า

เวลา	ผลการทดสอบ	
	รูป	ความหมาย
ก่อนติ่งน้ำ	 4 มิลลิกรัม	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 4 มิลลิกรัมต่อลิตร
5 นาที	 6 มิลลิกรัม	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 6 มิลลิกรัมต่อลิตร
10 นาที	 8 มิลลิกรัม	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร
20 นาที	 8 มิลลิกรัม	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร
30 นาที	 8 มิลลิกรัม	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร
60 นาที	 8 มิลลิกรัม	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร

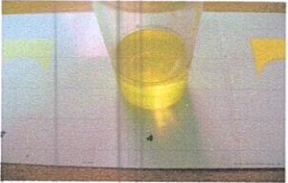

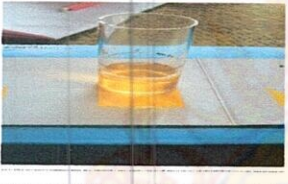

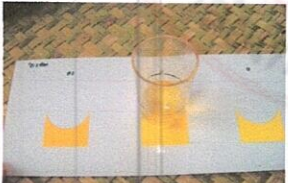
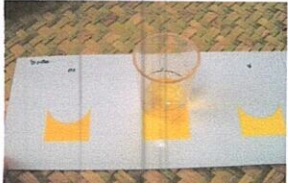


รูปที่ 4.35 กราฟแสดงการเปรียบเทียบการตีน้ำของใบพัดเติมอากาศแบบเก่าทั้ง 3 ครั้ง



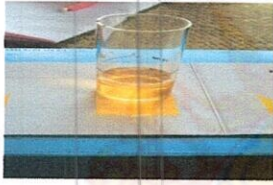



ตาราง 4.7 การทดลองครั้งที่ 1 การดีน้ำของใบพัดเดิมอากาศ

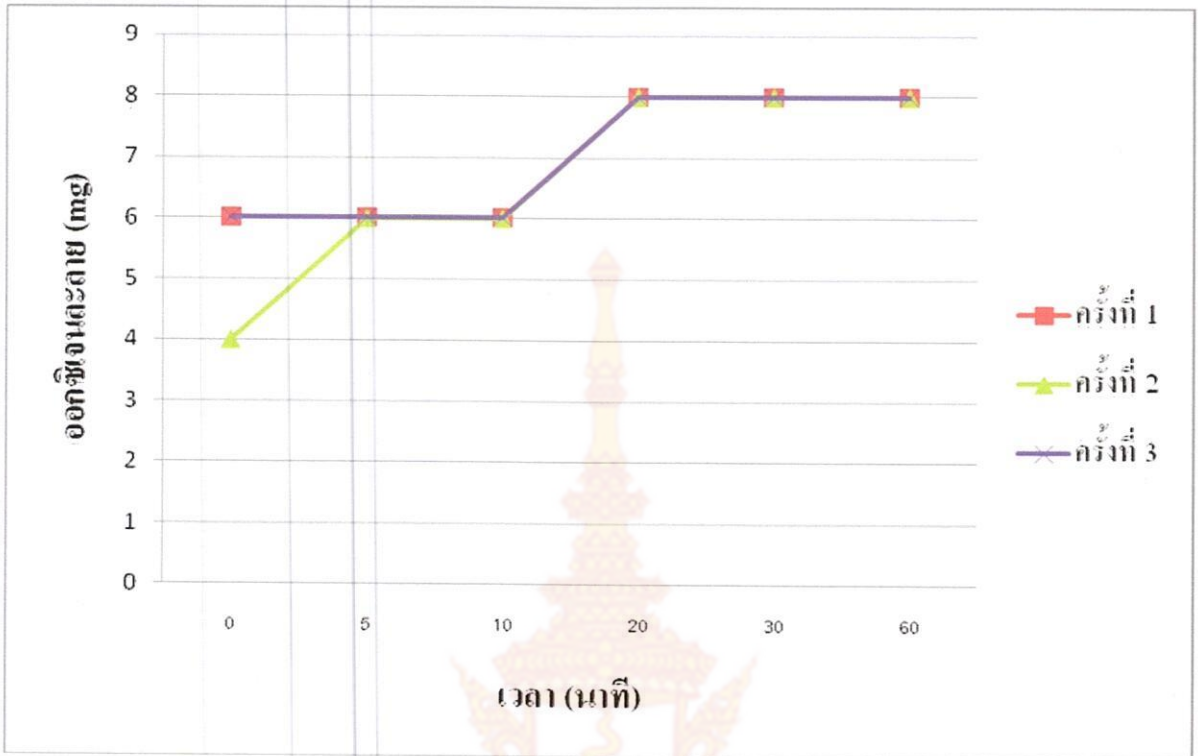
เวลา	ผลการทดสอบ	
	รูป	ความหมาย
ก่อนดีน้ำ	 6 มิลลิกรัม	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 6 มิลลิกรัมต่อลิตร
5 นาที	 6 มิลลิกรัม	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 6 มิลลิกรัมต่อลิตร
10 นาที	 6 มิลลิกรัม	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 6 มิลลิกรัมต่อลิตร
20 นาที	 8 มิลลิกรัม	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร
30 นาที	 8 มิลลิกรัม	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร
60 นาที	 8 มิลลิกรัม	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตาราง 4.8 การทดลองครั้งที่ 2 การต้มน้ำของใบพัดเติมอากาศ

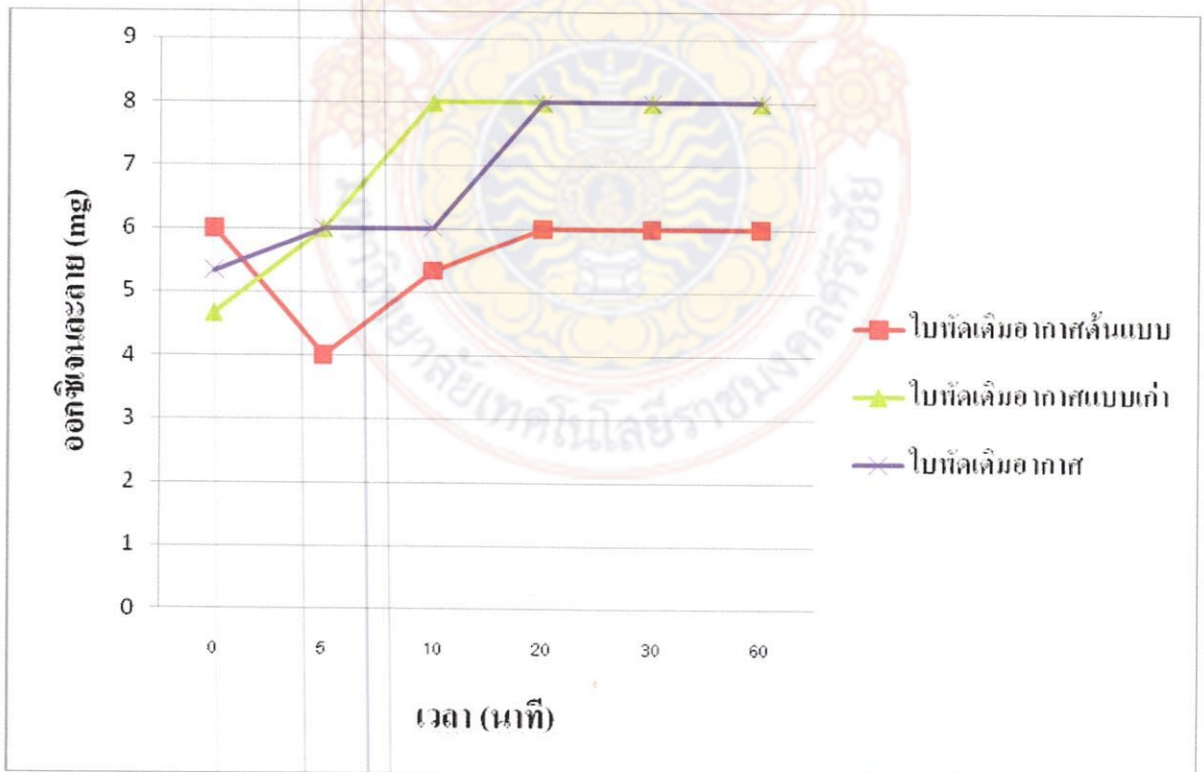
เวลา	ผลการทดสอบ	
	รูป	ความหมาย
ก่อนต้มน้ำ	 4 มิลลิกรัม	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 4 มิลลิกรัมต่อลิตร
5 นาที	 6 มิลลิกรัม	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 6 มิลลิกรัมต่อลิตร
10 นาที	 6 มิลลิกรัม	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 6 มิลลิกรัมต่อลิตร
20 นาที	 8 มิลลิกรัม	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร
30 นาที	 8 มิลลิกรัม	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร
60 นาที	 8 มิลลิกรัม	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตาราง 4.9 การทดลองครั้งที่ 3 การคืนน้ำของใบพัดเติมอากาศ

เวลา	ผลการทดสอบ	
	รูป	ความหมาย
ก่อนคืนน้ำ	 6 มิลลิลิตร	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 6 มิลลิลิตรต่อลิตร
5 นาที	 6 มิลลิลิตร	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 6 มิลลิลิตรต่อลิตร
10 นาที	 6 มิลลิลิตร	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 6 มิลลิลิตรต่อลิตร
20 นาที	 8 มิลลิลิตร	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 8 มิลลิลิตรต่อลิตร
30 นาที	 8 มิลลิลิตร	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 8 มิลลิลิตรต่อลิตร
60 นาที	 8 มิลลิลิตร	ความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย เท่ากับ 8 มิลลิลิตรต่อลิตร



รูปที่ 4.36 กราฟแสดงการเปรียบเทียบการตีน้ำของไบพัดเติมอากาศทั้ง 3 ครั้ง



รูปที่ 4.37 กราฟแสดงการเปรียบเทียบการตีน้ำของไบพัดเติมอากาศทั้ง 3 แบบ

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1) วัสดุที่ใช้สร้างใบพัดเดิมอากาศ

ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้วัสดุที่มีน้ำหนักมากในการสร้างใบพัดเดิมอากาศ จึงทำให้สิ้นเปลืองพลังงานในการขับเคลื่อนมากเกินไป

2) ประสิทธิภาพของชุดขับเคลื่อนและส่งกำลังใบพัดเดิมอากาศ

เนื่องจากชุดขับเคลื่อนและส่งกำลังซึ่งได้แก่ มอเตอร์ พูลเลย์ และสายพานต้องสัมผัสกับน้ำบ้างในบางครั้งจึงทำให้ความปลอดภัยและประสิทธิภาพของชุดขับเคลื่อนลดลง

3) ประสิทธิภาพในการทำงานของใบพัดเดิมอากาศ

ประสิทธิภาพของใบพัดเดิมอากาศที่ได้ออกแบบ และจัดสร้างขึ้นมาใหม่ในการวิจัยครั้งนี้ยังมีประสิทธิภาพน้อยกว่าใบพัดเดิมอากาศแบบเดิม เมื่อเปรียบเทียบกับในเรื่องของปริมาณออกซิเจนที่เพิ่มขึ้นหลังการตีน้ำ

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินงานที่ผ่านมาทางผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในประเด็นต่างๆ ดังนี้

1. ใบพัดเดิมอากาศที่ได้ออกแบบและจัดสร้างขึ้นในครั้งนี้น้ำหนักมาก ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานมากเกินไปที่ใช้ในการขับเคลื่อน ดังนั้นถ้ามีการพัฒนาหรือปรับปรุงใบพัดเดิมอากาศก็ควรคำนึงถึงวัสดุที่ใช้ในการสร้างใบพัดด้วย เพื่อเป็นการลดพลังงานในการขับเคลื่อนให้น้อยลง

2. ชุดขับเคลื่อนและส่งกำลังของใบพัดเดิมอากาศที่ได้ออกแบบ และจัดสร้างขึ้นในครั้งนี้มีประสิทธิภาพในการทำงานและความปลอดภัยไม่เพียงพอ ดังนั้นถ้ามีการพัฒนาหรือปรับปรุงใบพัดเดิมอากาศก็ควรคำนึงถึงประสิทธิภาพในการทำงาน และความปลอดภัยของชุดขับเคลื่อน และส่งกำลังด้วย โดยการออกแบบอุปกรณ์ป้องกันชุดขับเคลื่อน และส่งกำลังไม่ให้สัมผัสกับน้ำเพื่อที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและเพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้ผู้ที่นำไปใช้

3. ใบพัดเดิมอากาศที่ได้ออกแบบ และจัดสร้างขึ้นในครั้ง นี้ ยังมีประสิทธิภาพในการเพิ่มปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำไม่เพียงพอ ดังนั้นถ้ามีการพัฒนาหรือปรับปรุงใบพัดเดิมอากาศจึงควรคำนึงถึงประสิทธิภาพในการเพิ่มปริมาณออกซิเจนด้วย โดยการออกแบบใบพัดเดิมอากาศที่มีสมรรถนะในการตีน้ำให้กระจายได้เป็นฝอยที่เล็กและปริมาณมาก

บรรณานุกรม

กรมการ สิริสิงห์. เคมีของน้ำ น้ำโสโครก และการวิเคราะห์. พิมพ์ครั้งที่ 3, 2544

ไมตรี ดวงสวัสดิ์,จารุวรรณ สมศิริ. คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์. ม.ป.ท. : ฝ่ายวิจัย
สิ่งแวดล้อมสัตว์น้ำ สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง,2528

มันสิน ตันมณฑลเวศ,ไพพรรณ พรประภา.การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียใน
บ่อเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ. ม.ป.ท. : ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2544

บรรเลง ศรีนิล,กิตติ นิงสานนท์. การคำนวณและการออกแบบชิ้นเครื่องกล.

กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

สมบูรณ์ เต็งหงส์ และ บัณฑิต ใจชื่อ. งานเชื่อมโลหะ.2 กรุงเทพมหานคร: ศูนย์
ส่งเสริมวิชาการม

APHA,AWWA and WPCF.1980. Satndard Method for the Examination Water and
Wastewater. American Puelic Health Publisher Inc., New York.



ภาคผนวก

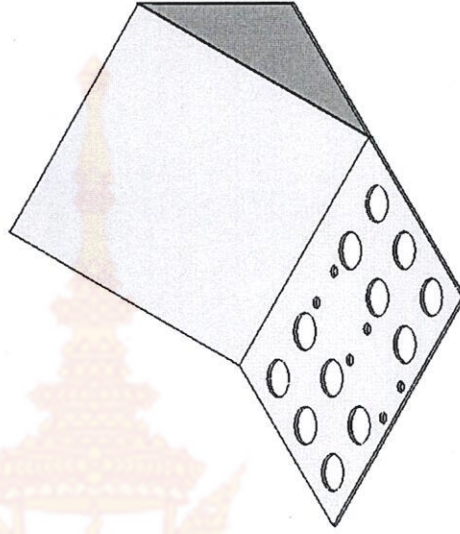
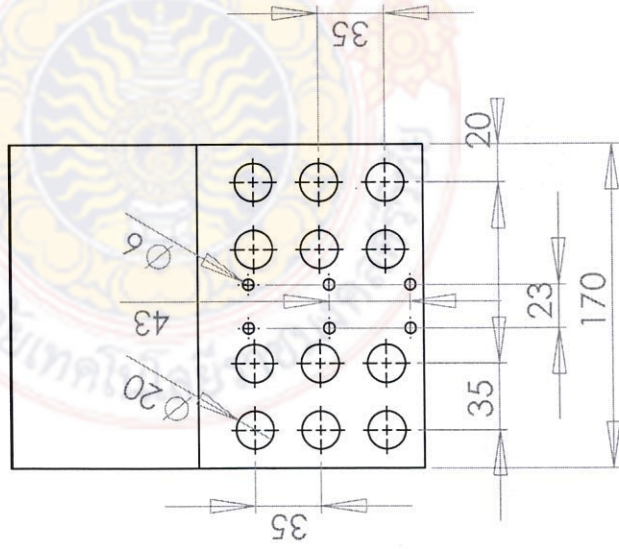
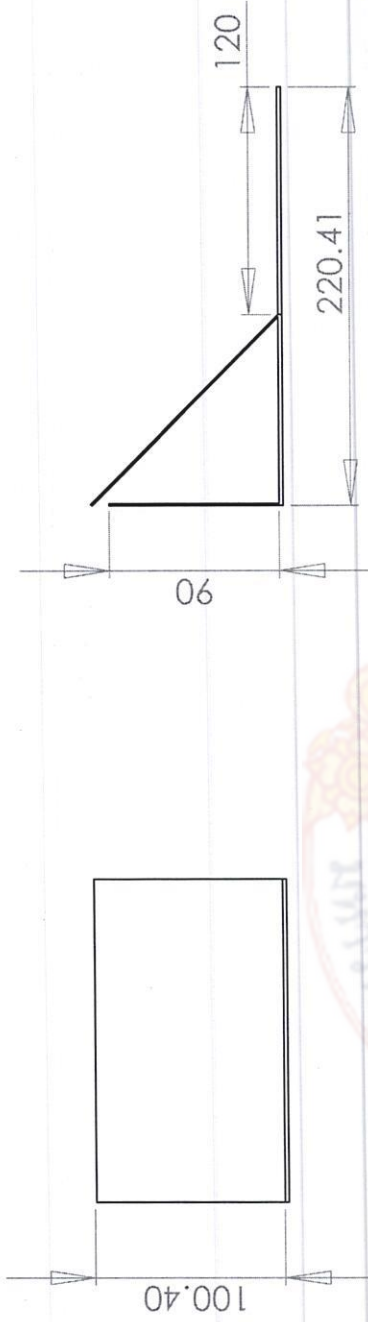




ภาพทดลองการทำงานของใบพัดเติมอากาศ



ภาพทดลองการทำงานของใบพัดเติมอากาศ



ใบพัดเติมอากาศ

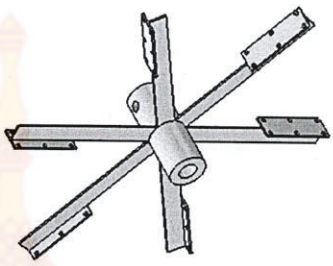
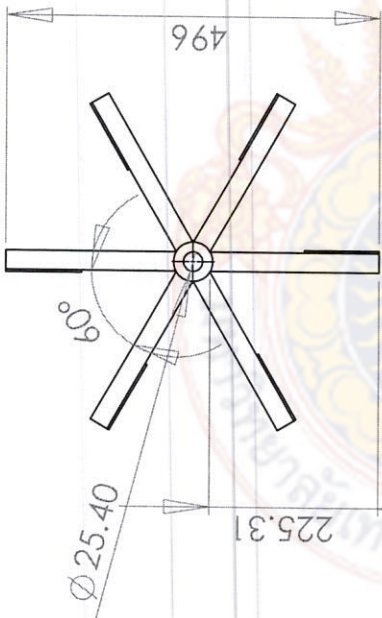
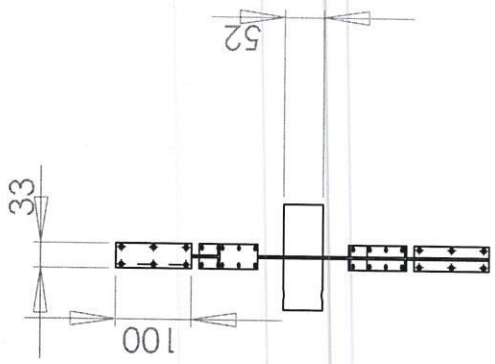
นายพิชัย นกแก้ว

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

1:4

15/06/53

01



แผนประกอบใบพัดเติมอากาศ

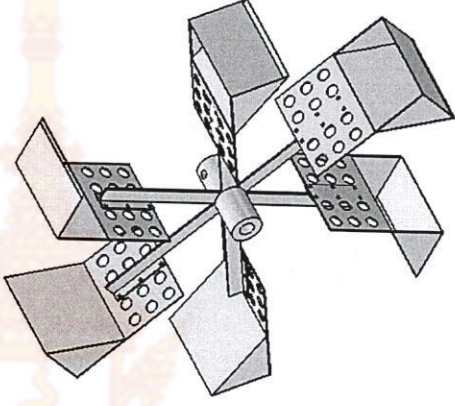
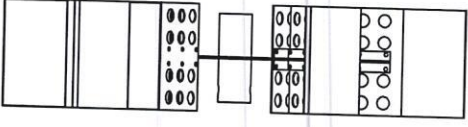
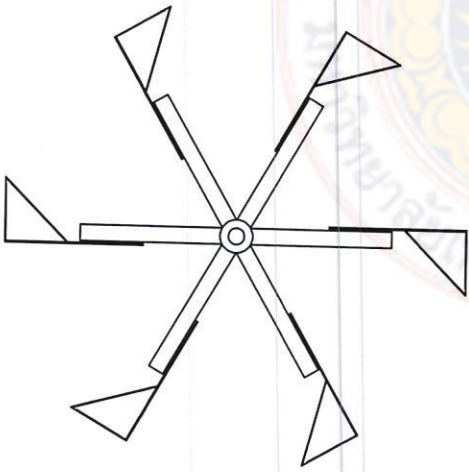
นายพิชัย นกแก้ว

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

16/06/53

1:10

02



การประกอบใบพัดเข้ากับแขนใบพัดเต็มอากาศ

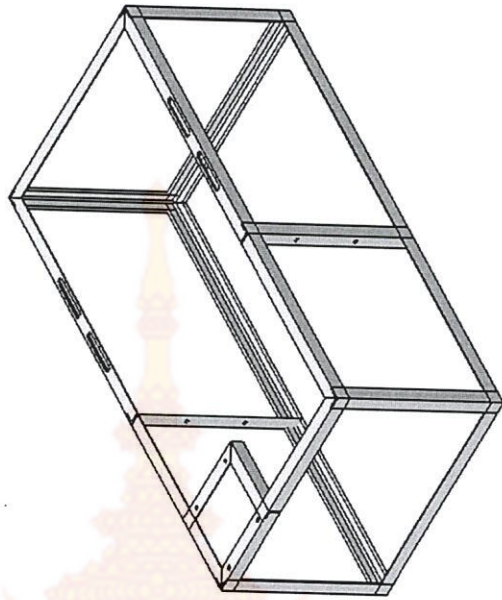
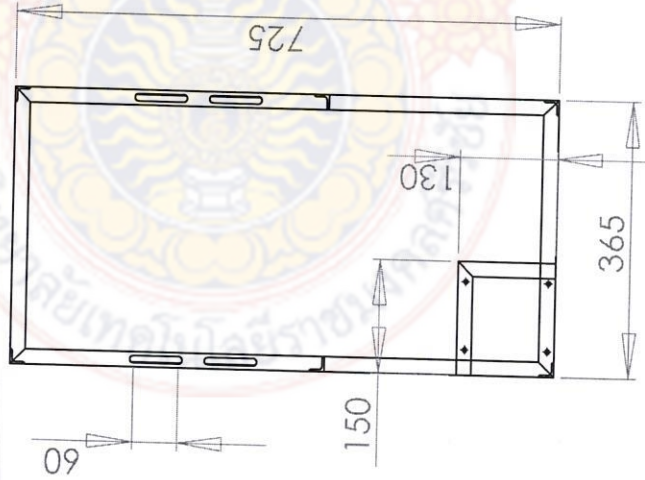
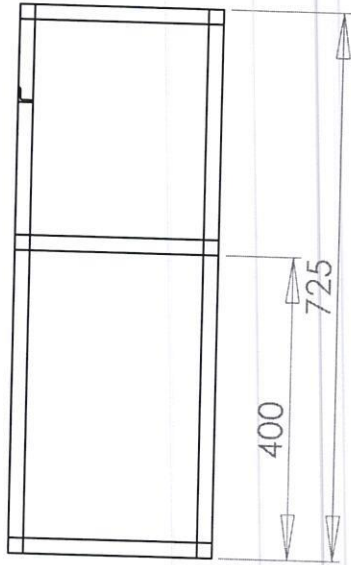
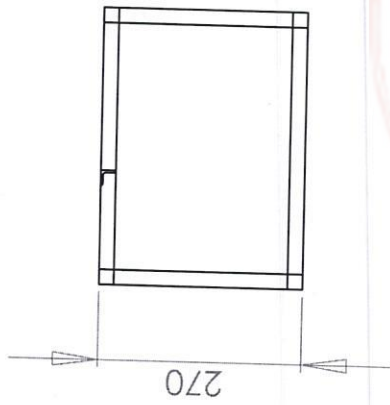
นายพิชัย นกแก้ว

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

1:12

20/06/53

03



โครงการชุดขับเคลื่อนและส่งกำลัง

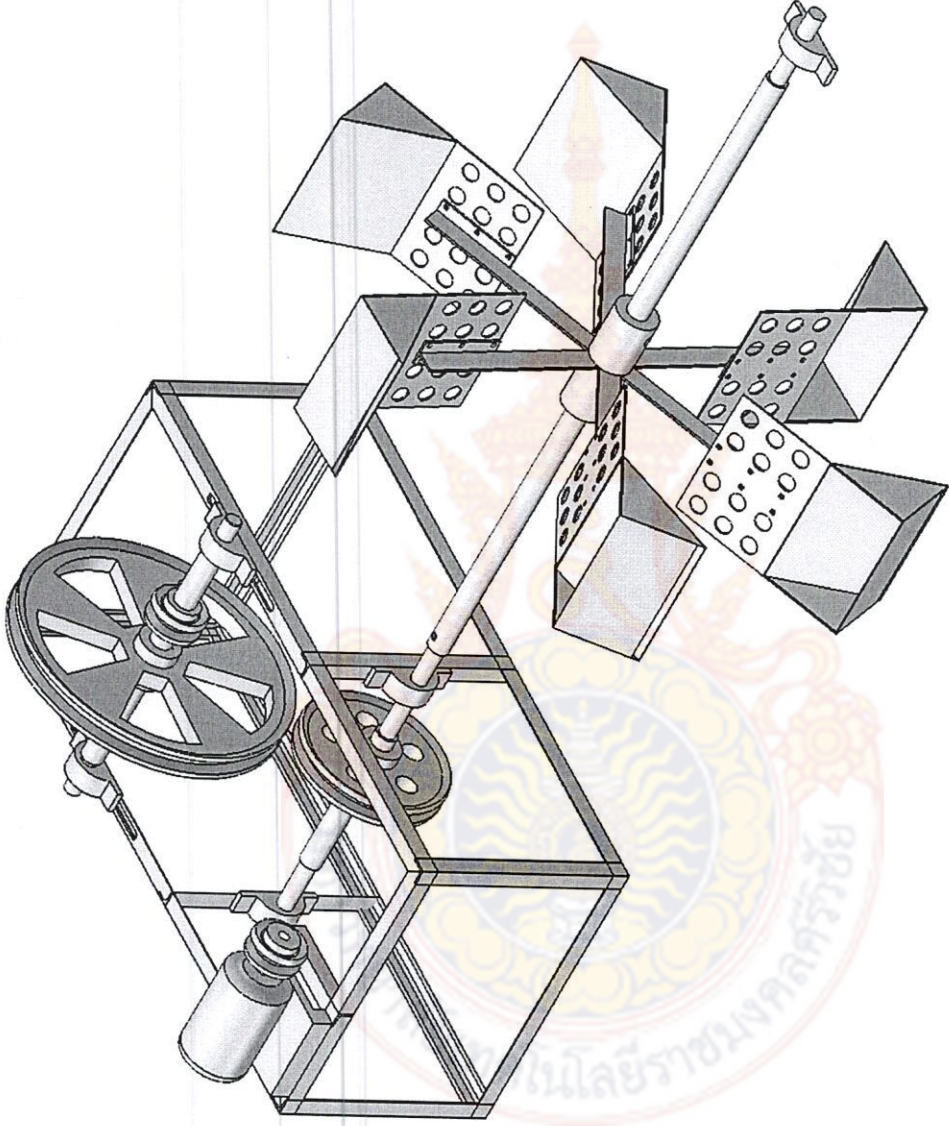
นายพิชัย นกแก้ว

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

1:10

22/06/53

04



การประกอบไพบัตเต็มาภาคเข้ากับชุดขับเคลื่อนและส่งกำลัง

นายพิชัย นกแก้ว

1:8

25/06/53

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

05

