การพัฒนาเครื่องกลเติมอากาศ
แบบดูดน้ำและอากาศ

โดย

นายสุขสันต์ สิทธิจินดา
นายวีรพงษ์ ชาวตะโปน
นายธีรวัฒน์ วงศ์ล้อม
นายมนัส บุฤทธิ์เดช

LOTUS-2010

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 4
วิทยาเขตวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

628.194
กรพ

การพัฒนาเครื่องกลเติมอากาศ
แบบดูดน้ำและอากาศ

โดย

นายสุขสันต์ สิทธิจินดา
นายวีรพงษ์ ชาวตะโปน
นายธีรวัฒน์ วงศ์ล้อม
นายมนัส บุฤทธิ์เดช

LOTUS-2010

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 4
วิทยาเขตวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

ศูนย์ความรู้ (ศคร.)
KNOWLEDGE CENTRE (KLC)

018818
628.194
กรพ

27 ส.ค. 2554

บทคัดย่อ

เรื่อง เครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศ

ทีม LOTUS-2010 วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี

นายสุขสันต์ สิทธิจินดา

นายวีรพงษ์ ชาวตะโปน

นายธีรวัฒน์ วงศ์ล้อม

นายมนัส บุฤทธิ์เดช

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อทดลองหาประสิทธิภาพของเครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศที่คณะผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยมุ่งหวังที่จะนำไปใช้กับบ่อกักเก็บน้ำที่มีความจุไม่เกิน 500 ลูกบาศก์เมตร และน้ำเสียที่ไหลเข้าบ่อเป็นน้ำเสียที่เกิดจากการอุปโภคบริโภคภายในครัวเรือน โดยมีอัตราการไหลของน้ำเข้าบ่อไม่เกิน 100 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน เครื่องกลเติมอากาศที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยทุ่นลอยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.15 ม. ยาว 1.2 ม. จำนวน 2 ทุ่น ติดตั้งมอเตอร์ปั๊มน้ำแบบแช่ขนาด 700 วัตต์ ท่อทางออกของน้ำขนาดขนาดเส้นผ่านศูนยกลาง 0.05 เมตร ใช้ท่อนำน้ำจากระดับท้องน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.15 ม.มีท่อทางออกของน้ำตามแนวยาวของเครื่องจำนวน 2 ท่อ ที่ลดขนาดท่อทางออกให้เหลือเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.02 ม. ให้เกิดเป็นคอคอดโดยมีท่อนำอากาศขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.012 ม. ต่ออยู่บริเวณส่วนที่แคบที่สุดของคอคอด ทดลองเดินเครื่องกลเติมอากาศ ในบ่อที่มีขนาด 19.0 x 9.0 x 2.0 ม. มีน้ำในบ่อประมาณ 350 ลูกบาศก์เมตร พบว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำซึ่งเป็นผลจากการใช้เครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศเพิ่มสูงขึ้นจากระดับ 4.8 mg /L เป็นประมาณ 6.8 mg / L มีค่าเฉลี่ยที่ 5.75 mg/L อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศที่ 36.5° องศาเซลเซียสและอุณหภูมิน้ำภายในบ่อ 29.54° องศาเซลเซียส ใช้พลังงานไฟฟ้าในการเดินเครื่องกลเติมอากาศต่อเนื่อง 8 ชั่วโมงเท่ากับ 3.7 หน่วย คิดเป็น 472 วัตต์ต่อชั่วโมง โดยมีอัตราการไหลของน้ำและอากาศผ่านเครื่องกลเติมอากาศเป็น 80 และ 10 ลิตรต่อนาทีตามลำดับ

การเพิ่มขึ้นของปริมาณออกซิเจนในน้ำซึ่งเป็นผลจากการใช้เครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศเป็นไปได้ในระดับหนึ่ง ทั้งนี้อาจเป็นผลจากอุณหภูมิของน้ำและอากาศที่สูง ซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญตัวหนึ่งที่ส่งผลต่อปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ โดยอุณหภูมิของน้ำและอากาศที่สูงทำให้ความหนาแน่นของน้ำและอากาศลดลง ส่งผลให้ความสามารถในการละลายน้ำของออกซิเจนลดลง

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ให้การสนับสนุนในกาวิจัยครั้งนี้จนบรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ ขอขอบคุณคณะครูวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี สาขาวิชาเครื่องกล ขอขอบคุณบริษัทจัดการและพัฒนาทรัพยากรน้ำภาคตะวันออก จำกัด (มหาชน) ที่ให้เงินทุนสนับสนุน และขอขอบคุณคณะผู้บริหารวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ที่ให้การส่งเสริมสนับสนุน ให้ข้อเสนอแนะ แนวทางวิธีการวิจัย รวมทั้งครูที่ปรึกษาโครงงาน ครูสุรวัฒนศักดิ์ สุรำไพ ครูจินตนา สุรำไพ ที่คอยเอาใจใส่ดูแล ให้คำปรึกษา ให้กำลังใจ อีกทั้งผู้ปกครอง บิดามารดาที่เข้าใจถึงความยากลำบากในการทำโครงงาน การวิจัย คอยเป็นกำลังใจ จนโครงงานและการวิจัยบรรลุผลตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

คำนำ

เอกสาร รายงานการวิจัย เรื่อง การศึกษาและพัฒนาเครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศ เป็นเอกสารรายงาน ความเป็นมาและวัตถุประสงค์ วิธีการดำเนินการวิจัย ตลอดจนการสรุป ของเครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศ ที่คณะผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยประยุกต์จากเครื่องกลเติมอากาศหลายรูปแบบ เพื่อการหมุนเวียนน้ำจากระดับท้องน้ำขึ้นสู่ระดับผิวน้ำและเติมอากาศ หากมีข้อบกพร่องประการใดคณะผู้วิจัยขอน้อมรับไว้ และนำไปปรับปรุงพัฒนาให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นต่อไป

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ		ก
กิตติกรรมประกาศ		ข
คำนำ		ค
สารบัญ		ง
บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินการ	3
	การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น	3
	การสร้างเครื่องกลเติมอากาศ	3
	การทดลองเครื่องกลเติมอากาศ	7
บทที่ 3	การศึกษาข้อมูลและผลการทดลอง	8
	คุณสมบัติของน้ำ	8
	การกำจัดน้ำเสียและการควบคุมมลพิษทางน้ำ	11
	เครื่องกลเติมอากาศตามแนวพระราชดำริ	13
	สรุปผลการศึกษาข้อมูล	17
	หลักการทำงานของเครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศ	19
	ผลการทดลองเครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศ	19
บทที่ 4	อภิปรายผล	22
	ผลการศึกษาข้อมูลของเครื่องกลเติมอากาศ	22
	ผลการทดลอง	23
	สรุปผลการทดลอง	23
	ข้อเสนอแนะ	24
เอกสารอ้างอิง		25
ภาคผนวก ก		27
ภาคผนวก ข		29

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 แบบร่างเครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศ	3
รูปที่ 2.2 แสดงการจับยึดทุนลอยและห้องมอเตอร์ปั๊มน้ำเข้าด้วยกัน	4
รูปที่ 2.3 แบบหล่อไฟเบอร์เรซินห้องมอเตอร์ปั๊มน้ำ	4
รูปที่ 2.4 ห้องมอเตอร์ปั๊มน้ำที่ถอดแบบหล่อออกแล้ว	4
รูปที่ 2.5 ทดสอบการลอยตัวของทุ่นลอย	5
รูปที่ 2.6 เตรียมชิ้นส่วนที่จะใช้ประกอบเป็นท่อทางน้ำเข้าและออก	5
รูปที่ 2.7 การทดลองเครื่องกลเติมอากาศเพื่อหาอัตราการไหลของอากาศ	7
รูปที่ 3.1 เครื่องกลเติมอากาศ กังหันน้ำชัยพัฒนา	13
รูปที่ 3.2 เครื่องกลเติมอากาศ ชัยพัฒนาซุปเปอร์ฟองแอร์	14
รูปที่ 3.3 เครื่องกลเติมอากาศ ชัยพัฒนาเวนจูรี่	14
รูปที่ 3.4 เครื่องกลเติมอากาศ ชัยพัฒนาแอร์เจท	15
รูปที่ 3.5 เครื่องกลเติมอากาศ เครื่องตีน้ำชัยพัฒนา	15
รูปที่ 3.6 เครื่องกลเติมอากาศ ชัยพัฒนาไฮโดรแอร์	16
รูปที่ 3.7 เครื่องกลเติมอากาศ ชัยพัฒนาไบโอ	16
รูปที่ 3.8 เครื่องกลเติมอากาศ น้ำพุชัยพัฒนา	17
รูปที่ 3.9 แบบร่างของเครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศ	19
รูปที่ 3.10 การทดลองเดินเครื่องกลเติมอากาศเพื่อเก็บข้อมูล	20
รูปที่ 3.11 การวัดอัตราการไหลของอากาศที่ถูกดูดผ่านท่อดูดของเครื่องกลเติมอากาศ	20

สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิที่ 2.1 ขั้นตอนการทำโครงการสร้างและพัฒนาเครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศ 6

แผนภูมิที่ 3.1 ปริมาณออกซิเจนในน้ำ ณ ตำแหน่งต่างๆ ซึ่งเป็นผลจากการใช้เครื่องกลเติมอากาศ 21

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.2 ตารางวิเคราะห์ข้อจำกัดของเครื่องกลเติมอากาศ 18
ตารางที่ 3.2 ปริมาณออกซิเจนในน้ำ ณ ตำแหน่งต่างๆ 21

บทที่ 1
บทนำ

1. ที่มาและความสำคัญของสิ่งประดิษฐ์

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่ความสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตทั้งมวล มนุษย์ใช้ทรัพยากรน้ำในการอุปโภค บริโภค การเกษตรกรรม การคมนาคม การพักผ่อนหย่อนใจ น้ำเป็นทรัพยากรที่จำเป็นในการพัฒนาเศรษฐกิจขั้นพื้นฐาน เช่น การพลังงาน การอุตสาหกรรม การชลประทาน การประมง การเกษตรและการอุปโภคบริโภค น้ำจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นยิ่งในการดำรงชีวิต การใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ทางด้านเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม ทำให้เกิดความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำ ซึ่งส่งผลกระทบร้ายแรงเกี่ยวกับมลพิษทางน้ำ

พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงตระหนักถึงความรุนแรงของปัญหาที่เกิดขึ้น และทรงห่วงใยต่อพสกนิกรที่ต้องเผชิญในเรื่องดังกล่าว ได้พระราชทานพระราชดำริในการแก้ไขปัญหาน้ำเสีย โดยการเติมออกซิเจนในน้ำด้วยการใช้เครื่องกลเติมอากาศ รู้จักกันแพร่หลายในปัจจุบันคือ "กังหันน้ำชัยพัฒนา" ซึ่งเป็นเครื่องกลเติมอากาศที่ผิวน้ำหมุนช้าแบบทุ่นลอย [มูลนิธิชัยพัฒนา] และยังมีเครื่องกลเติมอากาศอีกหลายรูปแบบที่ทรงพระราชทานให้กรมชลประทานนำไปพัฒนา เพื่อให้กระบวนการปรับสภาพน้ำโดยวิธีทางธรรมชาติโดยอาศัยจุลินทรีย์ย่อยสลายตัวการที่ทำให้เกิดน้ำเสีย จำเป็นต้องเติมออกซิเจนให้ถึงระดับท้องน้ำ เพราะจุลินทรีย์บางชนิดจำเป็นต้องอาศัยออกซิเจน แต่ด้วยเครื่องกลเติมอากาศที่นิยมใช้ในปัจจุบันเป็นการเติมอากาศในระดับผิวน้ำ นักประดิษฐ์คิดค้นหลายท่านได้ศึกษาข้อมูลและพยายามหาวิธีเติมอากาศในระดับท้องน้ำที่ใช้กระบวนการและพลังงานน้อยที่สุด ซึ่งตัวแปรที่สำคัญในกระบวนการ คือ ระดับความสูง(Head) ของน้ำ ซึ่งเป็นสัดส่วนโดยตรงกับขนาดของปั๊มและค่าพลังงานที่ใช้ กล่าวคือ ถ้าต้องการดูดน้ำที่ความลึกมาก จำเป็นต้องใช้ปั๊มน้ำที่สมรรถนะสูง ส่งผลถึงต้นทุนราคาปั๊มน้ำและค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้กับปั๊มซึ่งจะสูงตามระดับความสูงของน้ำ

2. วัตถุประสงค์ของสิ่งประดิษฐ์

หมุนเวียนน้ำจากระดับท้องน้ำขึ้นสู่ระดับผิวน้ำและเติมออกซิเจน เพื่อให้กระบวนการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุที่เป็นต้นเหตุที่ทำให้เกิดน้ำเสียให้สามารถดำเนินการได้อย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้น้ำเสียลดลง โดยมีต้นทุนในการผลิตต่ำ เสียค่าใช้จ่ายด้านพลังงานน้อย

3. ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อทดลองหาประสิทธิภาพของเครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศที่คณะผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมุ่งหวังที่จะนำไปใช้กับบ่อกักเก็บน้ำที่มีความจุไม่เกิน 500 ลูกบาศก์เมตร และน้ำเสียที่ไหลเข้าบ่อเป็นน้ำเสียที่เกิดจากการอุปโภคบริโภคภายในครัวเรือน โดยมีอัตราการไหลของน้ำเข้าบ่อไม่เกิน 100 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

4. ข้อจำกัดในการทดลอง

การทดลองเพื่อเก็บข้อมูลปริมาณออกซิเจนในน้ำ กระทำในบ่อที่มีความลึกไม่เกิน 5 เมตร ทั้งนี้เนื่องจากข้อจำกัดด้านความยาวของสายวัด(Probe) ของเครื่องวัดคุณภาพน้ำ(Dissolved Oxygen meter :DO meter)

บทที่ 2
วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

2.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

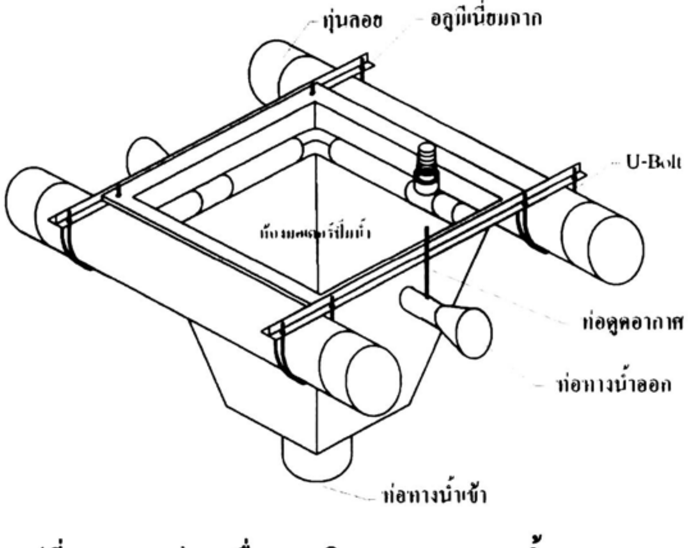
- ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับขนาดและน้ำหนักของเครื่องกลเติมอากาศแบบ RX-5
- ออกแบบทุ่นลอยของเครื่องกลเติมอากาศโดยคำนึงถึงขนาดและน้ำหนักรวมทั้งหมดของเครื่องกลเติมอากาศ ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบในการเลือกวัสดุที่จะนำมาใช้ทำทุ่นลอยที่ประหยัดที่สุด
- ศึกษาและทดลองชุดเติมอากาศ (มอเตอร์ปั๊มน้ำ ท่อส่งน้ำ ท่อดูดอากาศ และท่อ Draff Tube) เพื่อหาความลึกของปลายท่อทางออกของน้ำและอากาศที่เหมาะสมโดยคำนึงถึง ระยะเวลาที่ฟองอากาศลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ และปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ปั๊มน้ำ

2.2 การสร้างเครื่องกลเติมอากาศ

คณะผู้วิจัยได้ร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้า สรุปว่าชุดทุ่นลอยและระบบท่อเพื่อทำให้เกิดกระบวนการกาลักน้ำ (Siphon)ไหลภายในท่อจากท้องน้ำเข้าสู่ห้องมอเตอร์ปั๊มน้ำ ใช้ท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.15 m. ส่วนห้องที่ติดตั้งมอเตอร์ปั๊มน้ำจัดสร้างขึ้นเองโดยใช้การหล่อไฟเบอร์เรซิน ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างเครื่องกลเติมอากาศดังนี้

2.2.1 จัดทำรายการวัสดุอุปกรณ์ ขนาดจำนวนที่ต้องใช้ในการสร้างเครื่องกลเติมอากาศและดำเนินการจัดซื้อตามระเบียบพัสดุ

2.2.2 ทำทุ่นลอย 2 ทุ่น จากท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.15 m. ความยาว 0.12 m. ปิดและผนึกปลายท่อทั้งสองด้าน เพื่อป้องกันน้ำซึมเข้าไปภายในท่อทุ่นลอย



รูปที่ 2.1 แบบร่างเครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศ

2.2.3 ใช้อลูมิเนียมฉากขนาด 1x1 นิ้ว ยาว 1 m. จำนวน 4 เส้น เป็นเจาะรูที่ปลายทั้งสองด้านเพื่อใช้ร้อยสลักเกลียวรูปตัวยู (U-Bolt) ยึดทุ่นลอยให้ติดกับโครงอลูมิเนียมและห้องมอเตอร์ปั๊มน้ำซึ่งเป็นโครงสร้างหลักของเครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศเข้าด้วยกัน

รูปที่ 2.2 แสดงการจับยึดทุนลอยและห้องมอเตอร์ปั๊มน้ำเข้าด้วยกัน

2.2.4 ทำแบบหล่อห้องมอเตอร์ปั๊มน้ำ และทำการหล่อไฟเบอร์เรซินห้องมอเตอร์ปั๊มน้ำ ที่มีขนาดและมิติตามที่ได้ออกแบบไว้

รูปที่ 2.3 แบบหล่อไฟเบอร์เรซินห้องมอเตอร์ปั๊มน้ำ

รูปที่ 2.4 ห้องมอเตอร์ปั๊มน้ำที่ถอดแบบหล่อออกแล้ว

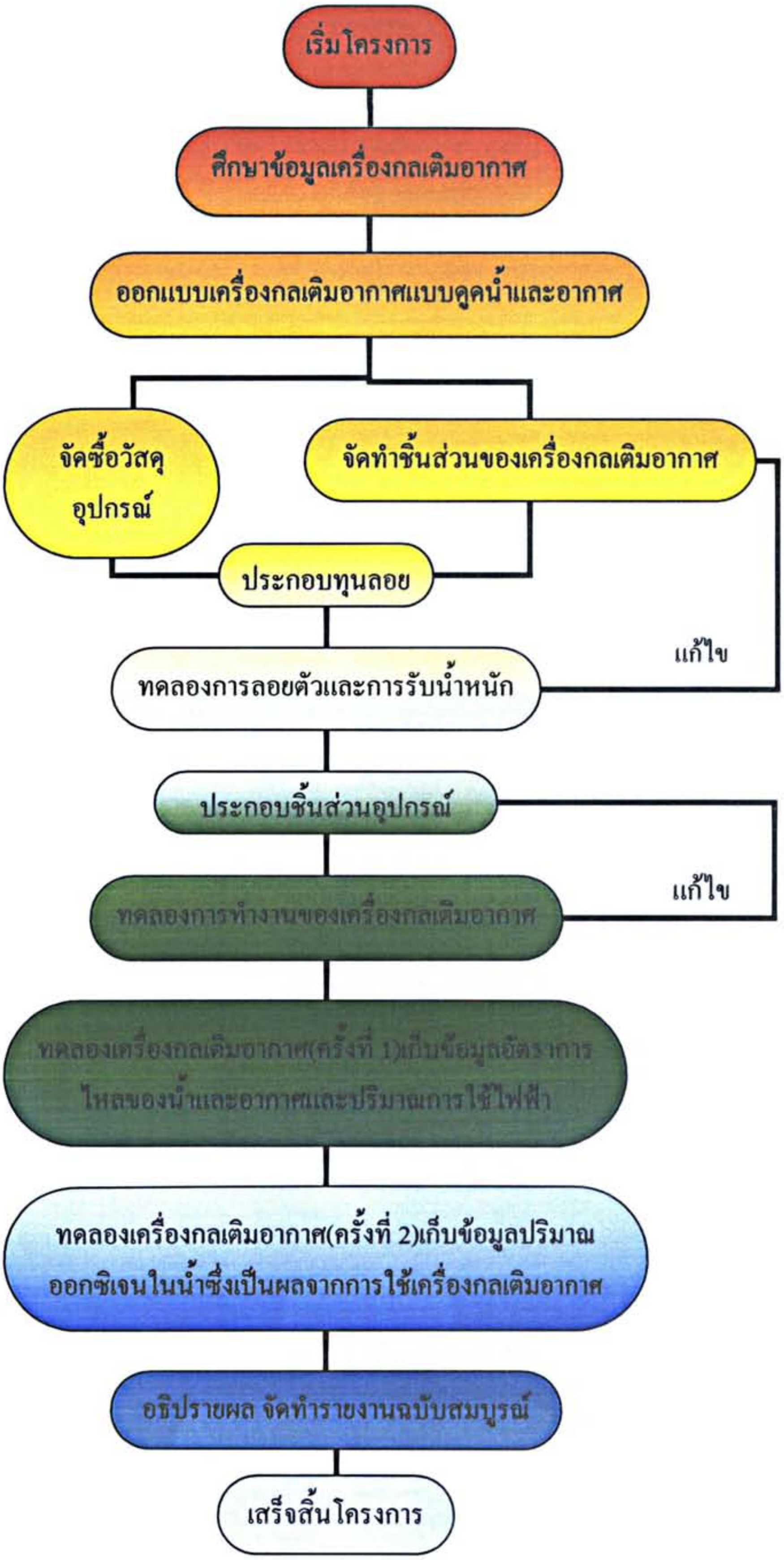
2.2.5 นำมอเตอร์ปั๊มน้ำ วัสดุอุปกรณ์ ชิ้นส่วนต่างๆ ที่จะต้องมาประกอบรวมกันเป็นเครื่องกลเติมอากาศ วางรวมกันบนทุ่นลอย เพื่อทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนักของทุ่นลอย

รูปที่ 2.5 ทดสอบการลอยตัวของทุ่นลอย

รูปที่ 2.6 เตรียมชิ้นส่วนที่จะใช้ประกอบเป็นท่อทางน้ำเข้าและออก

2.2.6 ประกอบมอเตอร์ปั๊มน้ำและวัสดุอุปกรณ์ชิ้นส่วนที่ จัดซื้อ จัดทำขึ้น เป็นเครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศก่อนนำไปทดลองเพื่อหาข้อบกพร่อง

2.2.7 นำเครื่องกลเติมอากาศที่ได้จัดสร้างขึ้นไปทดสอบการทำงาน



แผนภูมิที่ 2.1 ขั้นตอนการทำโครงการสร้างและพัฒนาเครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศ

2.3 การทดลองเครื่องกลเติมอากาศ

การทดลองเครื่องกลเติมอากาศได้ดำเนินการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลเป็น 2 ช่วง โดยช่วงแรกเป็นการทดลองในสถานที่เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องและเก็บข้อมูลด้านปริมาณการใช้ไฟฟ้าและอัตราการไหลของอากาศผ่านท่อดูดอากาศ ช่วงที่สองเป็นการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลของปริมาณออกซิเจนในน้ำที่เพิ่มขึ้นโดยเป็นผลจากการใช้เครื่องกลเติมอากาศที่คณะผู้วิจัยจัดสร้างขึ้น

ช่วงที่หนึ่ง ทดลองเดินเครื่องกลเติมอากาศต่อเนื่องเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ในบ่อขนาด 5.7x2.4x1 m. โดยมอเตอร์ปั๊มน้ำรับไฟฟ้าที่ต่อผ่านมาตรวัดไฟฟ้า (Watthour-Meter) พร้อมกับติดตั้งมาตรวัดการไหลของอากาศ (Airflow Meter) ที่ปลายท่อดูดอากาศ จดบันทึกค่าอัตราการไหลของอากาศและปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า

ช่วงที่สอง ทดลองเดินเครื่องกลเติมอากาศต่อเนื่องเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ในบ่อขนาด 19.0x 9.0x 2.0 m. โดยก่อนทำการเดินเครื่องกลเติมอากาศ ทำการวัดและบันทึกข้อมูลปริมาณออกซิเจนในน้ำอุณหภูมิของน้ำที่ระดับความลึกวัดจากผิวน้ำ 0.5,1.0 และ1.5m. ตามลำดับรอบเครื่องกลเติมอากาศทั้ง 4 ด้านในระยะ 2 m. ตามแนวรัศมี เพื่อใช้เป็นข้อมูลเริ่มต้น ทำการวัดและบันทึกข้อมูลปริมาณออกซิเจนในน้ำอุณหภูมิของน้ำรอบเครื่องกลเติมอากาศ ที่ระยะและระดับความลึกเดิมซ้ำทุกชั่วโมง

รูปที่ 2.7 การทดลองเครื่องกลเติมอากาศเพื่อหาอัตราการไหลของอากาศ

บทที่ 3

การศึกษาข้อมูลและผลการทดลอง

ในการพัฒนาเครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศ คณะผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในเรื่องต่างๆดังนี้

- คุณสมบัติของน้ำ
- การกำจัดน้ำเสียและการควบคุมมลพิษทางน้ำ
- เครื่องกลเติมอากาศ

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่ความสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตทั้งมวล มนุษย์ใช้ทรัพยากรน้ำในการอุปโภค บริโภค การเกษตรกรรม การคมนาคม การพักผ่อนหย่อนใจ น้ำเป็นทรัพยากรที่จำเป็นในการพัฒนาเศรษฐกิจขั้นพื้นฐาน เช่น การพลังงาน การอุตสาหกรรม การชลประทาน การประมง และการอุปโภคบริโภค น้ำจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นยิ่งในการดำรงชีวิตของประชากร การใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ ทางด้านเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม ทำให้เกิดความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำ ซึ่งส่งผลกระทบร้ายแรงเกี่ยวกับมลพิษทางน้ำ

3.1 คุณสมบัติของน้ำ

น้ำจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสารต่างๆ ที่ละลายปะปนอยู่ในน้ำการที่มีสารต่าง ๆ ละลายปะปนอยู่ในน้ำ คุณสมบัติของน้ำมีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำ คือ ลักษณะทางภายนอกที่แตกต่างกัน เช่นความใส ความขุ่น กลิ่น สี เป็นต้น

3.1.1.1 อุณหภูมิ อุณหภูมิของน้ำมีผลในด้านการเร่งปฏิกิริยาทางเคมีซึ่งจะส่งผลต่อการลดปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ

3.1.1.2 สี สีของน้ำเกิดจากการสะท้อนแสงของสารแขวนลอยในน้ำ เช่น น้ำตามธรรมชาติจะมีสีเหลืองซึ่งเกิดจากกรดอินทรีย์ น้ำในแหล่งน้ำที่มีใบไม้ทับถมจะมีสีน้ำตาล หรือถ้ามีตะไคร่น้ำก็จะมีสีเขียว

3.1.1.3 กลิ่นและรส กลิ่นและรสของน้ำจะมีคุณสมบัติแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำ เช่น ซากพืช ซากสัตว์ที่เน่าเปื่อยหรือสารในกลุ่มของฟีนอล เกลือโซเดียมคลอไรด์ซึ่งจะทำให้น้ำมีรสกร่อยหรือเค็ม

3.1.1.4 ความขุ่น (Turbidity) เกิดจากสารแขวนลอยในน้ำ เช่น ดิน ซากพืช ซากสัตว์

ศูนย์ความรู้ (ศคร.)
KNOWLEDGE CENTRE (KLC)

3.1.1.5 การนำไฟฟ้า (Electical Conductivity) บอกถึงความสามารถของน้ำที่กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่าน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของอิออนโดยรวมในน้ำ และอุณหภูมิขณะทำการวัดค่าการนำไฟฟ้า

3.1.1.6 ของแข็งทั้งหมด (Total Solid: TS) คือ ปริมาณของแข็งในน้ำ สามารถคำนวณจากการระเหยน้ำออก ได้แก่ ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total Dissolved Solids: TDS) จะมีขนาดเล็กผ่านขนาดกรองมาตรฐาน คำนวณได้จากการระเหยน้ำที่กรองผ่านกระดาษกรองออกไป ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids: SS) หมายถึง ของแข็งที่อยู่บนกระดาษกรองมาตรฐานหลังจากการกรองแล้วนำมาอบเพื่อระเหยน้ำออก ของแข็งระเหยง่าย (Volatile Solids: VS) หมายถึง ส่วนของแข็งที่เป็นสารอินทรีย์แต่ละลายน้ำ สามารถคำนวณได้โดยการนำกระดาษกรองวิเคราะห์เอาของแข็งที่แขวนลอยออก แล้วนำของแข็งส่วนที่ละลายทั้งหมดมาระเหยอุณหภูมิประมาณ 550° องศาเซลเซียส นำน้ำหนักน้ำที่ชั่งหลังการกรองลบด้วยน้ำหนักหลังจากการเผา น้ำหนักที่ได้คือ ของแข็งส่วนที่ระเหยไป

3.1.2 สมบัติทางด้านเคมีของน้ำ คือ ลักษณะทางเคมีของน้ำ เช่น ความเป็นกรด - เบส ความกระด้าง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ เป็นต้น

3.1.2.1 pH แสดงความเป็นกรดหรือเบสของน้ำ (น้ำดื่มควรมีค่า pH ระหว่าง 6.8-7.3) โดยทั่วไปน้ำที่ปล่อยจากโรงงานอุตสาหกรรมมักจะมีค่า pH ที่ต่ำ ($pH < 7$) ซึ่งหมายถึงมีความเป็นกรดสูงมีฤทธิ์กัดกร่อน การวัดค่า pH ทำได้ง่าย โดยการใช้กระดาษลิตมัสในการวัดค่าความเป็นกรด – เบส ซึ่งให้สีตามความเข้มข้นของ [H^+] หรือการวัดโดยใช้ pH meter เมื่อต้องการให้มีความละเอียดมากขึ้น สภาพเบส (alkalinity) คือสภาพที่น้ำมีสภาพความเป็นเบสสูงจะประกอบด้วยไอออนของ OH^-, CO_3^- , H_2CO_3ของธาตุแคลเซียม โซเดียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม หรือแอมโมเนีย ซึ่งสภาพเบสนี้จะช่วยทำหน้าที่คล้ายบัฟเฟอร์ต้านการเปลี่ยนแปลงค่า pH ในน้ำทิ้ง สภาพกรด (acidity) โดยทั่วไปน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชนจะมีบัฟเฟอร์ในสภาพเบสจึงไม่ทำให้น้ำมีค่า pH ที่ต่ำเกินไป แต่น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมมักจะมีค่า pH ต่ำกว่า 4.5 ซึ่งมาจาก CO_2 ที่ละลายน้ำ

3.1.2.2 ความกระด้าง (Hardne:ss) เป็นการไม่เกิดฟองกับสบู่และเมื่อต้มน้ำกระด้างนี้จะเกิดตะกอน น้ำกระด้างชั่วคราว เกิดจากสารไบคาร์บอเนต (CO_3^{2-}) รวมตัวกับ ไอออนของโลหะ ซึ่งสามารถแก้ได้โดยการต้ม นอกจากนี้แล้วยังมีความกระด้างถาวรซึ่งเกิดจากอิออนของโลหะและสารที่ไม่ใช่พวกคาร์บอเนต ความกระด้างจึงเป็นข้อเสียในด้านการสิ้นเปลืองทรัพยากร คือต้องใช้ปริมาณสบู่หรือผงซักฟอกในการซักผ้าในปริมาณมาก ซึ่งก็จะเกิดตะกอนมากเช่นกัน

3.1.2.3 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (Dissolved Oxygen:DO) แบคทีเรียที่เป็นสารอินทรีย์ในน้ำต้องการออกซิเจน (aerobic bacteria) ในการย่อยสลายสารอนินทรีย์ ความต้องการออกซิเจนของแบคทีเรียนี้จะทำให้จะทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลง ดังนั้นในน้ำที่สะอาดจะมีค่า DO สูง และน้ำเสียจะมีค่า DO ต่ำ มาตรฐานของน้ำที่มีคุณภาพดีโดยทั่วไปจะมีค่า DO ประมาณ

5-8 ppm หรือปริมาณ O_2 ละลายอยู่ปริมาณ 5-8 มิลลิกรัม / ลิตร หรือ 5-8 ppm. น้ำเสียจะมีค่า DO ต่ำกว่า 3 ppm. ค่า DO มีความสำคัญในการบ่งบอกว่าแหล่งน้ำนั้นมีปริมาณออกซิเจนเพียงพอต่อความต้องการของสิ่งมีชีวิตหรือไม่

3.1.2.4 บีโอดี (Biological Oxygen Demand:BOD) เป็นปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ น้ำที่มีคุณภาพดี ควรมีค่าบีโอดี ไม่เกิน 6 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าค่าบีโอดีสูงมากแสดงว่าน้ำนั้นเน่ามาก แหล่งน้ำที่มีค่าบีโอดีสูงกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตรจะจัดเป็นน้ำเน่าหรือน้ำเสีย พระราชบัญญัติน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม กำหนดไว้ว่า น้ำทิ้งก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ต้องมีค่าบีโอดีไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร การหาค่า บีโอดี หาได้โดยใช้แบคทีเรียย่อยสลายอินทรียสารซึ่งจะเป็นไปช้า ๆ ดังนั้นจึงต้องใช้เวลานานหลายสิบวัน ตามหลักสากลใช้เวลา 5 วัน ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสโดยนำตัวอย่างน้ำที่ต้องการหาบีโอดีมา 2 ขวด ขวดหนึ่งนำมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าออกซิเจนทันที ส่วนน้ำอีกขวดหนึ่งปิดจุกให้แน่น เพื่อไม่ให้อากาศเข้า นำไปเก็บไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสนาน 5 วัน แล้วนำมาวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจน

3.1.2.5 ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand:COD) คือ ปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการออกซิไดซ์ ในการสลายสารอินทรีย์ด้วยสารเคมีโดยใช้สารละลายเช่น โพแทสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) ในปริมาณมาก ในสารละลายกรดซัลฟิวริกซึ่งสารอินทรีย์ในน้ำทั้งหมดทั้งที่จุลินทรีย์ย่อยสลายได้และย่อยสลายไม่ได้ก็จะถูกออกซิไดซ์ภายใต้ภาวะที่เป็นกรดและการให้ความร้อน โดยทั่วไปค่า COD จะมีค่ามากกว่า BOD เสมอ ดังนั้นค่า COD จึงเป็นตัวแปรที่สำคัญตัวหนึ่งที่แสดงถึงความสกปรกของน้ำเสีย

3.1.2.6 ทีโอซี (Total Organic Carbon: TOC) คือ ปริมาณคาร์บอนในน้ำ

3.1.2.7 ไนโตรเจน เป็นธาตุสำคัญสำหรับพืช ซึ่งจะอยู่ในรูปของ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนไตรท ไนเตรต ยิ่งถ้าในน้ำมีปริมาณไนโตรเจนสูง จะทำให้พืชน้ำเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว

3.1.2.8 ฟอสฟอรัส ในน้ำจะอยู่ในรูปของสารประกอบพวก ออร์โธฟอสเฟต (Orthophosphate) เช่นสาร PO_4^{3-}, HPO_4^{2-} , $H_2PO_4^-$ และ H_3PO_4 นอกจากนี้ยังมีสารพวกโพลีฟอสเฟต

3.1.2.9 ซัลเฟอร์ มีอยู่ในธรรมชาติและเป็นองค์ประกอบภายในของสิ่งมีชีวิต สารประกอบซัลเฟอร์ในน้ำจะอยู่ในรูปของ organic sulfur เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟต์ สารซัลเฟต เป็นต้น ซึ่งสารพวกนี้จะทำให้เกิดกลิ่นเหม็นเน่า เช่น ที่เรียกว่าก๊าซไข่เน่า และนอกจากนี้ยังมีฤทธิ์กัดกร่อนในสิ่งแวดล้อมได้

3.1.2.10 โลหะหนัก มีทั้งที่เป็นพิษและไม่เป็นพิษ แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณที่ได้รับ ถ้ามากเกินไปจะเป็นพิษ ได้แก่ โครเมียม ทองแดง เหล็ก แมงกานีสและสังกะสี บางชนิดไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ได้แก่ แคดเมียม ตะกั่ว ปรอทและนิกเกิล [มาตรฐานคุณภาพน้ำ,กรมควบคุมมลพิษ,2547]

พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ได้ให้คำจำกัดความของคำว่า "มลพิษ" "ภาวะมลพิษ" และ "น้ำเสีย" ดังนี้

"มลพิษ" หมายความว่า ของเสีย วัตถุอันตรายและมลสารอื่นๆ รวมทั้งกากตะกอนหรือสิ่งตกค้างจากสิ่งเหล่านั้น ที่ถูกปล่อยทิ้งจากแหล่งกำเนิดมลพิษ หรือที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพ สิ่งแวดล้อมหรือภาวะที่เป็นพิษภัยอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนได้ และให้หมายความรวมถึง รังสี ความร้อน เสียง แสง กลิ่น ความสั่นสะเทือนหรือเหตุรำคาญอื่นๆ ที่เกิดหรือถูกปล่อยจากแหล่งกำเนิดมลพิษด้วย

"ภาวะมลพิษ" หมายความว่า สภาวะที่สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงหรือปนเปื้อนโดยมลพิษ ซึ่งทำให้คุณภาพของสิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรมลง เช่น มลพิษทางน้ำ มลพิษทางอากาศ และมลพิษในดิน

"น้ำเสีย" หมายความว่า ของเสีย ที่อยู่ในสภาพเป็นของเหลว รวมทั้งมลสารที่ปะปน หรือปนเปื้อนอยู่ในของเหลวนั้น

ดังนั้น มลพิษทางน้ำ หมายถึง สภาพน้ำที่เสื่อมคุณภาพ น้ำจะมีคุณสมบัติเปลี่ยนไปจากสภาพธรรมชาติ เนื่องจากมีสารมลพิษเข้าไปปะปนอยู่มาก น้ำในสภาพเช่นนี้ไม่เหมาะต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ไม่เหมาะต่อการบริโภคและอุปโภคของมนุษย์ เช่น น้ำที่มีสีผิดปกติ มีกลิ่นเหม็นน้ำที่มีสารเคมีที่เป็นพิษหรือเชื้อโรคปะปนอยู่ รวมทั้งน้ำที่มีอุณหภูมิสูงผิดปกติ [กรมควบคุมมลพิษ]

3.2 การกำจัดน้ำเสียและการควบคุมมลพิษทางน้ำ

วิธีหนึ่งในการควบคุมการเกิดมลภาวะทางน้ำ ก็คือการไม่ผลิตสารมลพิษทางน้ำ หรือผลิตให้น้อยลงเท่าที่จะทำได้ หากเกิดมลพิษทางน้ำขึ้นแล้วจะต้องมีการกำจัดมลพิษในน้ำให้เหลือน้อยที่สุด การกำจัดน้ำเสียทำได้หลายวิธี ดังนี้

3.2.1 การกำจัดน้ำเสียโดยวิธีธรรมชาติ (Self Purification)

ในน้ำจะมีจุลินทรีย์โดยเฉพาะแบคทีเรีย ชนิดที่ใช้ออกซิเจน ทำหน้าที่กำจัดสารมลพิษในน้ำเสียอยู่แล้วโดยธรรมชาติ การย่อยสลายสารมลพิษที่เป็นสารอินทรีย์โดยแบคทีเรียทำให้ลดการเน่าเสียของน้ำ หากมีการควบคุมจำนวนแบคทีเรียให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม ไม่มากจนเกินไป จนทำให้เกิดการขาดออกซิเจนหรือไม่น้อยจนเกินไปจนเกิดการย่อยสลายไม่ทัน นอกจากนั้นยังต้องควบคุมปริมาณออกซิเจนในน้ำให้มีมากพอ โดยจัดการให้อากาศในน้ำมีการหมุนเวียนตลอดเวลา เช่น จัดตั้งเครื่องตีน้ำหรือการพ่นอากาศลงในน้ำเป็นต้น

3.2.2 การทำให้เจือจาง (Dilution)

วิธีนี้เป็นการทำให้ของเสียหรือสารมลพิษเจือจางลงด้วยน้ำจำนวนมากพอ เช่นการระบายน้ำเสียลงแม่น้ำ ทะเล วิธีนี้ต้องคำนึงถึงปริมาณของเสียที่แหล่งน้ำจะสามารถรับไว้ได้ด้วย นั่นคือจะต้องขึ้นอยู่กับปริมาตรของน้ำที่จะใช้ในการเจือจาง และขึ้นกับอัตราการไหลของน้ำในแหล่งนี้

3.2.3 การทำให้กลับสู่สภาพดี แล้วนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle)

วิธีนี้เป็นการทำน้ำเสียให้กลับมาเป็นน้ำดี เพื่อนำมาใช้ต่อไปได้อีก มักกระทำในโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งจะมีผลดีเกิดขึ้น คือลดปริมาณของเสียที่ปล่อยออกจากโรงงาน ประหยัดค่าใช้จ่ายในการผลิต เนื่องจากนำน้ำที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ได้อีก น้ำที่นำกลับมาใช้ใหม่นี้อาจมีคุณสมบัติด้อยกว่าน้ำที่ใช้ครั้งแรกดังนั้นจึงนำไปใช้เป็นน้ำทำความสะอาด รดต้นไม้ เป็นต้น

3.2.4 การควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำ

การควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำเป็นการป้องกันและลดการนำสารมลพิษลงสู่แหล่งน้ำ กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ได้กำหนดมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ให้มีค่าของสารแขวนลอย 30 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าบีโอดี 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังนั้นโรงงานอุตสาหกรรม จะต้องตั้งอุปกรณ์กำจัดน้ำเสียและดำเนินการกำจัดน้ำเสีย ให้ได้มาตรฐาน ดังที่กำหนดไว้ก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

การกำจัดน้ำทิ้ง จากโรงงานอุตสาหกรรมเป็นการกำจัดสิ่งปนเปื้อนที่ทำให้น้ำเสียอยู่ในเกณฑ์ต่ำสุดที่จะปล่อย ลงสู่แหล่งน้ำ ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรม กำหนดมาตรฐาน น้ำทิ้งจาก โรงงานอุตสาหกรรม ที่กำหนดให้โดยองค์การอนามัยโลก (WHO) และกระทรวงอุตสาหกรรมของประเทศไทย กำหนดได้ตามตารางมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม

องค์ประกอบของน้ำ	หน่วย	องค์การอนามัยโลก	กระทรวงอุตสาหกรรม
บีโอดี	มก./ล	40	20
ซีโอดี	มก./ล	100	-
สารแขวนลอย	มก./ล	60	30
ของแข็ง(ละลายน้ำ)	มก./ล	2,000	2,000
pH	มก./ล	5-9	5-9
ซัลไฟด์(เช่น H_2S)	มก./ล	3.0	1.0
ไซยาไนด์(เช่น HCN)	มก./ล	1.0	0.2
ฟีโนลิค	มก./ล	0.05	1.0
คลอรีนอิสระ	มก./ล	5.0	1.0
สังกะสี	มก./ล	2.0	*
โครเมียม	มก./ล	0.1	*
เหล็ก	มก./ล	5.0	-
แอมโมเนียมไนโตรเจน	มก./ล	5.0	-

แต่ละตัวหรือรวมทั้งหมดไม่เกิน 1.0 มก./ล.

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม(ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ.2547)

3. 3 เครื่องกลเติมอากาศตามแนวพระราชดำริ

3.3.1 เครื่องกลเติมอากาศระบบเป่าอากาศลงไปใต้น้ำและกระจายฟอง Chaipattana Aerator, Model RX-1 เป็นเครื่องกลเติมอากาศที่ออกแบบแผงท่อ ให้เติมอากาศให้กับน้ำเสีย ใช้วิธีอัดอากาศเข้าไปที่ท่อนำอากาศ แล้วแบ่งแยกออกกระจายตามท่อกระจายอากาศ ซึ่งเจาะรูเล็กๆไว้ เพื่อปล่อยอากาศออกมาเติมให้กับน้ำเสีย ขณะเดียวกันจะมีแรงดันให้น้ำเสียเกิดการปั่นป่วน ส่งผลให้การเติมอากาศดีขึ้น ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพในการดูดซับออกซิเจนแล้วได้เท่ากับ 0.45 กิโลกรัมของออกซิเจน ต่อแรงม้าต่อชั่วโมง ขณะนี้เลิกใช้แล้วเนื่องจากประสิทธิภาพต่ำและมีปัญหาการอุดตันของท่อกระจายฟองอากาศ

3.3.2 เครื่องกลเติมอากาศที่ผิวน้ำแบบหมุนช้า หรือ "กังหันน้ำชัยพัฒนา" Chaipattana Aerator, Model RX-2 กังหันชัยพัฒนาเป็น เครื่องกลเติมอากาศที่ผิวน้ำหมุนช้าแบบทุ่นลอย ซึ่งประกอบด้วยซองวิดน้ำ 6 ซอง แต่ละซองจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ห้อง ทั้งหมดถูกติดตั้งบนโครงเหล็ก 12 ชิ้นใน 2 ด้าน ยึดติดกับเพลากังหัน ซึ่งมีตุ๊กตารองรับเพลาที่ติดตั้งอยู่บนทุ่นลอย และมีระบบส่งกำลังด้วยเฟืองทดขนาดใหญ่อยู่บนโครงเหล็กที่ยึดทุ่นทั้ง 2 ด้านเข้าไว้ด้วยกัน ด้านล่างของกังหันในส่วนที่จมน้ำจะมีแผ่นไฮโดรฟอยล์ยึดปลายของทุ่นลอยด้านล่าง มอเตอร์ส่งกำลังขนาด 2 แรงม้า หมุนด้วยความเร็ว 1,450 รอบต่อนาที ทำให้ซองตักน้ำหมุนด้วยความเร็ว 5 รอบต่อนาที และมีการปรับปรุงโครงสร้างในรูปแบบอื่น เช่น ออกแบบตัวเครื่องให้สามารถขับเคลื่อนด้วยคนเพื่อใช้ในแหล่งน้ำที่ไฟฟ้ายังเข้าไปไม่ถึง เป็นต้น ด้านประสิทธิภาพสามารถถ่ายเทออกซิเจนลงน้ำได้ 0.9 กิโลกรัมต่อแรงม้า-ชั่วโมง และมีการพัฒนาให้ถ่ายเทออกซิเจนได้ 1.2 กิโลกรัมต่อแรงม้า-ชั่วโมง

รูปที่ 3.1 เครื่องกลเติมอากาศ กังหันน้ำชัยพัฒนา

3.3.3 เครื่องกลเติมอากาศระบบเป่าอากาศหมุนใต้น้ำ หรือ "ชัยพัฒนาซุปเปอร์ฟองแอร์" Chaipattana Aerator, Model RX-3 เป็นเครื่องกลเติมอากาศแบบทุ่นลอย ใช้วิธีอัดอากาศลงไปใต้น้ำ แล้วแยกกระจายเป็น 8 ท่อ ตามแนวนอน ท่อกระจายฟองอากาศนี้จะหมุนเคลื่อนที่ได้โดยรอบ ทำให้การเติมอากาศเป็นไปอย่างทั่วถึง การทดสอบประสิทธิภาพในการดูดซับออกซิเจนได้เท่ากับ 0.75 กิโลกรัมของออกซิเจนต่อแรงม้าต่อชั่วโมง ได้นำไปทดลองใช้งานที่วัดบวรนิเวศวิหาร และโรงพยาบาลพระมงกุฎ

รูปที่ 3.2 เครื่องกลเติมอากาศ ชัยพัฒนาซุปเปอร์ฟองแอร์

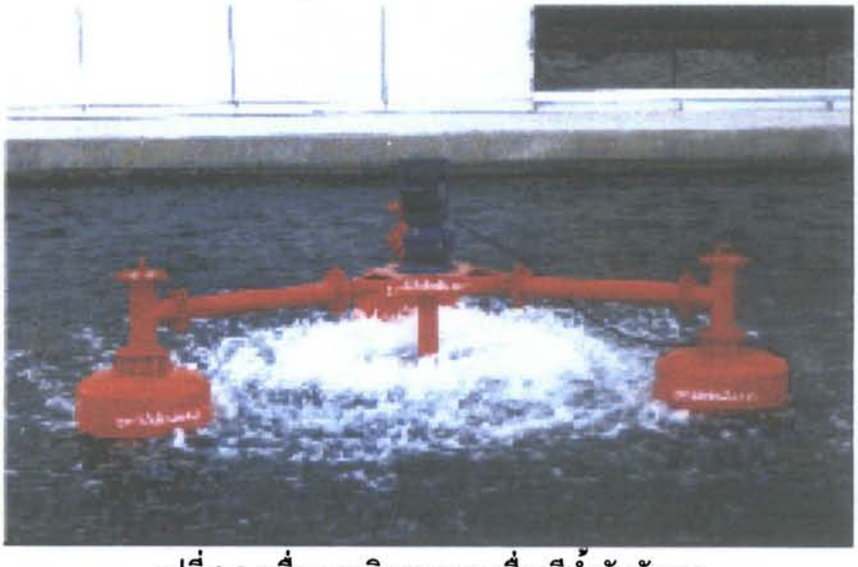
3.3.4 เครื่องกลเติมอากาศแรงดันน้ำ หรือ "ชัยพัฒนาเวนจูรี่" Chaipattana Aerator, Model RX-4 เป็นเครื่องกลเติมอากาศที่ใช้ปั๊มแบบจุ่ม (ไดโวร์) เป็นตัวขับเคลื่อนน้ำให้ไหลออกไปตามท่อจ่ายน้ำ โดยที่ปลายท่อจะทำเป็นคอคอด เพื่อดูดอากาศจากข้างบนผสมกับน้ำที่อัดลงด้านล่าง เครื่องนี้ทดสอบประสิทธิภาพ ในการดูดซับออกซิเจน ได้เท่ากับ 0.55 กิโลกรัมของออกซิเจนต่อแรงม้าต่อชั่วโมง ได้ติดตั้งใช้อยู่ที่ กรมชลประทาน ปากเกร็ด นนทบุรี

รูปที่ 3.3 เครื่องกลเติมอากาศ ชัยพัฒนาเวนจูรี่

3.3.5 เครื่องกลเติมอากาศระบบอัดและดูดอากาศลงใต้น้ำ หรือ "ชัยพัฒนาแอร์เจท' Chaipattana Aerator, Model RX-5 เป็นเครื่องกลเติมอากาศ ที่ใช้ใบพัดหมุนอยู่ใต้น้ำ สำหรับขับเคลื่อนน้ำให้เกิดการปั่นป่วนและมีความเร็วสูง สามารถดึงอากาศจากด้านบนลงมาสัมผัสกับน้ำด้านล่างได้อย่างมีประสิทธิภาพ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ได้ทรงออกแบบโดยใช้คอมพิวเตอร์ เป็นเครื่องกลเติมอากาศ Chaipattana Aerator Model RX-5 ได้มีการติดตั้ง ที่วัดประยุรวงศาวาสวรวิหาร สถานสงเคราะห์คนชรา บ้านบางแค วัดเทพศิรินทราวาส ฯลฯ

รูปที่ 3.4 เครื่องกลเติมอากาศ ชัยพัฒนาแอร์เจท

3.3.6 เครื่องกลเติมอากาศแบบตีน้ำสัมผัสอากาศ หรือ "เครื่องตีน้ำชัยพัฒนา" Chaipattana Aerator, Model RX-6 เป็นเครื่องกลเติมอากาศ ที่ใช้ใบพัดตีน้ำให้กระจายเป็นฝอย เพื่อให้น้ำสัมผัสกับอากาศด้านบน ขณะนี้ได้มีการติดตั้งไว้อยู่ที่บึงมักกะสัน

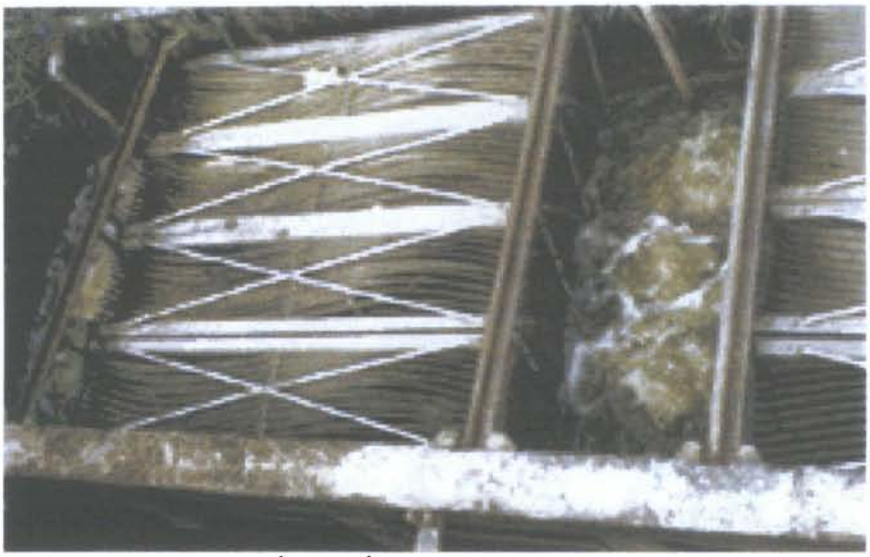


รูปที่ 3.5 เครื่องกลเติมอากาศ เครื่องตีน้ำชัยพัฒนา

3.3.7 เครื่องกลเติมอากาศแบบดูดและอัดน้ำลงไปที่ใต้ผิวน้ำ หรือ "ชัยพัฒนาไฮโดรแอร์" Chaipattana Aerator, Model RX-7 เป็นเครื่องกลเติมอากาศ ที่ใช้ปั๊มดูดน้ำจากข้างใต้น้ำขึ้นมา สัมผัสอากาศ แล้วขับดันน้ำดังกล่าวลงสู่ใต้ผิวน้ำอีกครั้ง ซึ่งจะทำให้น้ำด้านล่างเกิดการปั่นป่วน ปัจจุบันกำลังศึกษาทดลองและปรับปรุงประสิทธิภาพ ของเครื่อง

รูปที่ 3.6 เครื่องกลเติมอากาศ ชัยพัฒนาไฮโดรแอร์

3.3.8 เครื่องมือจับเกาะจุลินทรีย์ หรือ "ชัยพัฒนาไบโอ" Chaipattana Bio-Filter, Model RX-8 เป็นเครื่องที่ใช้ร่วม ในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย โดยใช้เส้นเชือก เป็นวัสดุตัวกลาง สำหรับให้จุลินทรีย์ใช้เป็นที่อยู่อาศัย เพื่อการย่อยสลายความสกปรกในน้ำเสีย ปัจจุบันกำลังศึกษาทดลองและปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่อง



รูปที่ 3.7 เครื่องกลเติมอากาศ ชัยพัฒนาไบโอ

3.3.9 เครื่องกลเติมอากาศแบบกระจายน้ำสัมผัสอากาศ หรือ "น้ำพุชัยพัฒนา" Chaipattana Aerator, Model RX-9 เป็นเครื่องกลเติมอากาศ ที่ติดตั้งมอเตอร์ไว้ด้านบน แล้วต่อเพลาขับเคลื่อน เพื่อไปหมุนปั๊มน้ำที่อยู่ใต้น้ำ ปั๊มน้ำจะดูดน้ำแล้วอัดเข้าท่อส่งไปยังหัวกระจายน้ำ ซึ่งมีลักษณะคล้ายน้ำพุ ขึ้นไปสาดกระจายสัมผัสกับอากาศด้านบน ปัจจุบันกำลังศึกษาทดลองและปรับปรุงประสิทธิภาพ

รูปที่ 3.8 เครื่องกลเติมอากาศ น้ำพุชัยพัฒนา

เครื่องกลเติมอากาศตามที่ได้กล่าวมา ได้นำมาติดตั้งใช้งานกับระบบบำบัดน้ำเสียในหลายสถานที่และได้มีการปรับปรุงตลอดเวลา เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่จะให้มีการบำบัดน้ำเสียอย่างมีประสิทธิภาพ สะดวกในการใช้งาน ประหยัดค่าใช้จ่าย และบำรุงรักษาได้ง่าย ตลอดจนมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน และเครื่องกลเติมอากาศ "กังหันน้ำชัยพัฒนา" ได้รับการพิจารณาและทูลเกล้า ฯ ถวายสิทธิบัตรในพระปรมาภิไธย นับเป็นสิ่งประดิษฐ์เครื่องกลเติมอากาศเครื่องที่ 9 ของโลกที่ได้รับสิทธิบัตร และเป็นครั้งแรกที่ได้มีการรับจดทะเบียนและออกสิทธิบัตรให้แก่พระบรมราชวงศ์ด้วย จึงนับได้ว่าเป็น "สิทธิบัตรในพระปรมาภิไธยของพระมหากษัตริย์พระองค์แรกในประวัติศาสตร์ชาติไทยและเป็นครั้งแรกของโลก" [มูลนิธิชัยพัฒนา]

3.4 สรุปผลการศึกษาข้อมูล

จากการศึกษาข้อมูลต่างๆตามที่กล่าวมาข้างต้น พบว่า การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีทางธรรมชาติโดยอาศัยจุลินทรีย์ ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเป็นวิธีที่สะดวกและประหยัดแต่จำเป็นจะต้องมีปริมาณออกซิเจนในน้ำมากเพียงพอที่จะทำให้กระบวนการย่อยสลาย ซึ่งการเติมอากาศเพื่อเพิ่มออกซิเจนสามารถทำได้ใน 2 แนวทาง คือ การเติมอากาศในระดับผิวน้ำ และในระดับท้องน้ำ วิธีที่นิยมใช้ในปัจจุบันเป็นการเพิ่มอากาศในระดับผิวน้ำทั้งนี้เนื่องจากมีต้นทุนการผลิตเครื่องกลเติมอากาศ การบำรุงรักษาและค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่น้อยกว่าวิธีการเติมอากาศในระดับท้องน้ำ แต่การย่อยสลาย

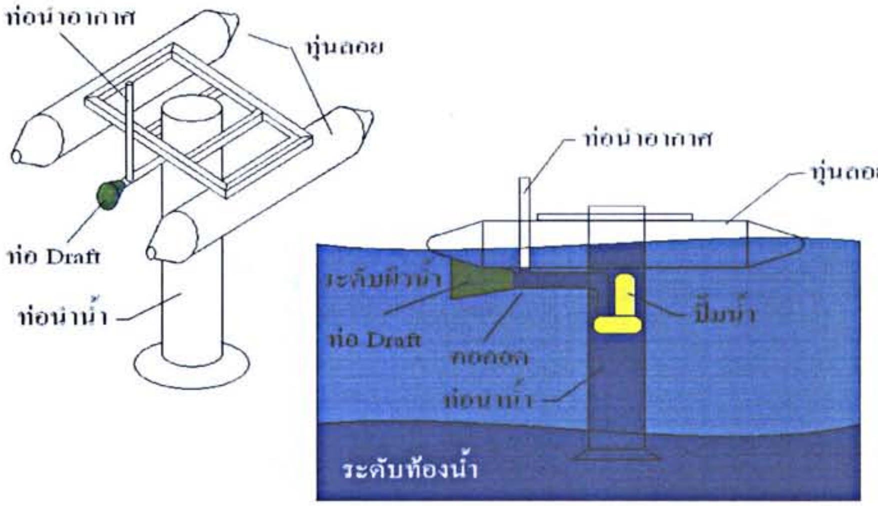
อินทรีย์วัตถุจะเกิดขึ้นในระดับท้องน้ำที่ซึ่งมีปริมาณออกซิเจนน้อยกว่าระดับผิวน้ำกระบวนการย่อยสลายเพื่อการบำบัดน้ำเสียตามธรรมชาติจึงเกิดขึ้นน้อย ซึ่งถ้าสามารถสร้างเครื่องกลเติมอากาศในระดับท้องน้ำโดยเสียค่าใช้จ่ายในการผลิตเครื่องกลเติมอากาศ การบำรุงรักษาและค่าพลังงานเท่ากันหรือน้อยกว่าเครื่องกลเติมอากาศในระดับผิวน้ำ โดยมีประสิทธิภาพเท่ากันหรือมากกว่า จึงเป็นแนวคิดที่คณะผู้วิจัยนำหลักการแนวคิดและรูปแบบ ของเครื่องกลเติมอากาศแรงดันน้ำ หรือ "ชัยพัฒนาเวนจูรี่" Chaipattana Aerator, Model RX-4 เครื่องกลเติมอากาศระบบอัดและดูดอากาศลงใต้น้ำ หรือ "ชัยพัฒนาแอร์เจท' Chaipattana Aerator, Model RX-5 และเครื่องกลเติมอากาศแบบดูดและอัดน้ำลงไปที่ใต้ผิวน้ำ หรือ "ชัยพัฒนาไฮโดรแอร์" Chaipattana Aerator, Model RX-7 มาพัฒนาประยุกต์หลวมรวมเพื่อให้ได้เครื่องกลเติมอากาศที่สามารถหมุนเวียนน้ำจากระดับท้องน้ำขึ้นสู่ผิวน้ำเพื่อเติมอากาศ ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

เครื่องกลเติมอากาศ	ข้อจำกัด
1. เครื่องกลเติมอากาศระบบเป่าอากาศลงไปใต้น้ำและกระจายฟอง	สิ้นเปลืองพลังงานมากในการอัดอากาศลงไปใต้น้ำ เมื่อเทียบกับประสิทธิภาพในการถ่ายเทออกซิเจนให้กับน้ำ และอาจเกิดการอุดตันของท่อกระจายฟองอากาศ ประสิทธิภาพต่ำ
2. เครื่องกลเติมอากาศระบบเป่าอากาศหมุนใต้น้ำ	สิ้นเปลืองพลังงานมากในการอัดอากาศลงไปใต้น้ำ ใช้ท่อกระจายอากาศจำนวนมาก
3. เครื่องกลเติมอากาศแรงดันน้ำ	อัตราการใช้พลังงานจะขึ้นอยู่กับระดับความลึกของปั๊มที่จุ่มลงในน้ำ ความลึกมากจะใช้พลังงานมาก
4. เครื่องกลเติมอากาศระบบอัดและดูดอากาศลงใต้น้ำ	สิ้นเปลืองพลังงานมาก มีต้นทุนในการสร้างค่อนข้างสูง เติมอากาศได้ดีในระดับผิวน้ำ
5. เครื่องกลเติมอากาศแบบตีน้ำสัมผัสอากาศ	มีขนาดใหญ่ ต้นทุนในการสร้างค่อนข้างสูง เติมอากาศได้ดีเฉพาะในระดับผิวน้ำ แต่ในระดับท้องน้ำได้รับปริมาณออกซิเจนต่ำ
6. เครื่องกลเติมอากาศแบบดูดและอัดน้ำลงไปที่ใต้ผิวน้ำ	ส่วนประกอบของเครื่องมีจำนวนมาก การระบายความร้อนของมอเตอร์ปั๊มน้ำ
7. เครื่องมือจับเกาะจุลินทรีย์	ใช้ร่วมกับระบบบำบัดน้ำเสียขนาดใหญ่ ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้
8. เครื่องกลเติมอากาศแบบกระจายน้ำสัมผัสอากาศ	อาจมีละอองน้ำถูกพัดปลิวไปตามกระแสลม อาจเกิดการอุดตันของท่อพ่นน้ำ การติดตั้งและการบำรุงรักษาท่อกระจายอากาศทำได้ยาก
9. เครื่องกลเติมอากาศที่ผิวน้ำแบบหมุนช้า	เติมอากาศได้ดีเฉพาะในระดับผิวน้ำ แต่ในระดับท้องน้ำได้รับปริมาณออกซิเจนต่ำ และมีต้นทุนในการสร้างค่อนข้างสูง

ตารางที่ 3.1 ตารางวิเคราะห์ข้อจำกัดของเครื่องกลเติมอากาศ

3.5 หลักการทำงานของเครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศ

เครื่องกลเติมอากาศที่คณะผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ใช้หลักการพื้นฐานของการรักษาระดับของของไหลในภาชนะเปิดที่ต่อถึงกัน โดยใช้มอเตอร์ปั๊มน้ำติดตั้งในท่อขนาดใหญ่ที่ต่อลงไปในระดับท้องน้ำ เมื่อดูดน้ำภายในท่อออกน้ำในระดับท้องน้ำจะไหลเข้าไปแทนที่โดยอาศัยแรงดันบรรยากาศ เกิดการหมุนเวียนน้ำจากระดับท้องน้ำให้ขึ้นสู่ระดับผิวน้ำ และที่ส่วนปลายของท่อทางน้ำออกมีลักษณะเป็นคอคอดเพื่อเพิ่มความเร็วและลดความดันของน้ำที่ไหลผ่านคอคอด ทำให้เกิดการดูดอากาศผ่านท่อนำอากาศลงมาผสมกับน้ำและไหลออกที่ท่อทางออก ซึ่งจะทำให้น้ำสัมผัสกับอากาศและดูดซับออกซิเจนจากอากาศ เป็นการเติมออกซิเจนให้กับน้ำ และไหลเวียนนำออกซิเจนลงสู่ระดับท้องน้ำ



รูปที่ 3.9 แบบร่างของเครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศ

3.6 ผลการทดลองเครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศ

เครื่องกลเติมอากาศที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยทุ่นลอยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.15 ม. ยาว 1.2 ม. จำนวน 2 ทุ่น ติดตั้งมอเตอร์ปั๊มน้ำแบบแช่ขนาด 700 วัตต์ ท่อทางออกของน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.05 ม.ใช้ท่อนำน้ำจากระดับท้องน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.15 ม.(ความยาวท่อสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามต้องการ) มีท่อทางออกของน้ำตามแนวยาวของเครื่องจำนวน 2 ท่อ ที่ลดขนาดท่อทางออกให้เหลือเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.02 ม. ให้เกิดเป็นคอคอดโดยมีท่อนำอากาศขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.012 ม. ต่ออยู่บริเวณส่วนที่แคบที่สุดของคอคอด (ตามแบบของเครื่องกลเติมอากาศที่แสดงไว้ในภาคผนวก ข)

ผลการทดลองเครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศ (ครั้งที่1) ที่พัฒนาขึ้นโดยทดลองเดินเครื่องกลเติมอากาศในบ่อน้ำที่มีขนาด 5.7 x 2.4 x 1.0 ม. พบว่า อัตราการไหลของน้ำและอากาศผ่านเครื่องกลเติมอากาศเป็น 80 และ 10 ลิตรต่อนาทีตามลำดับ ใช้พลังงานไฟฟ้าในการเดินเครื่องกลเติมอากาศต่อเนื่อง 8 ชั่วโมงเท่ากับ 3.7 หน่วยคิดเป็น 472 วัตต์ต่อชั่วโมง

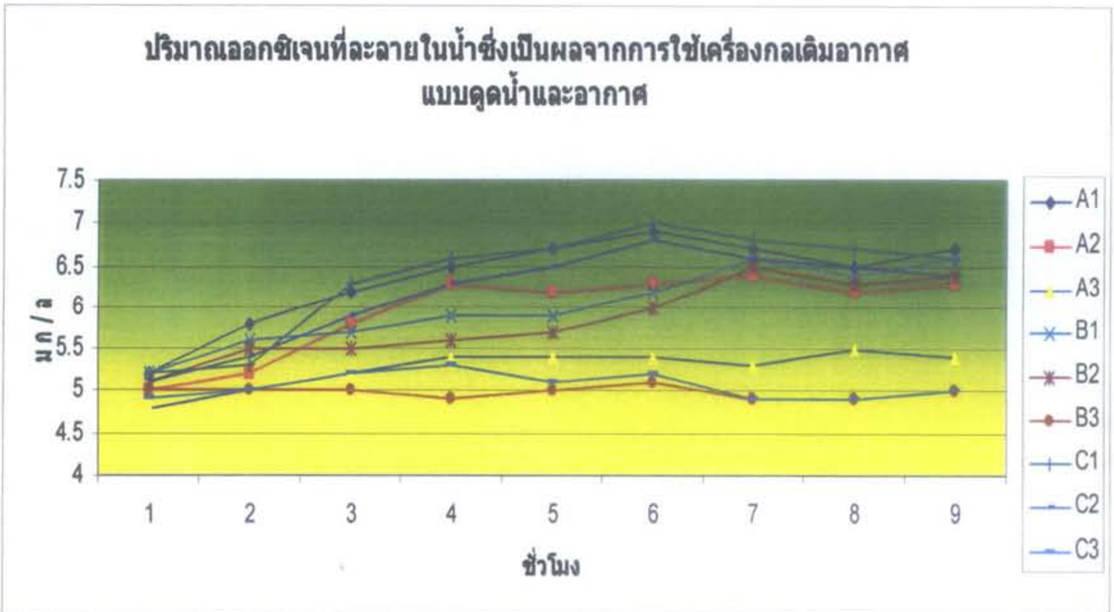
รูปที่ 3.10 การทดลองเดินเครื่องกลเติมอากาศเพื่อเก็บข้อมูล

รูปที่ 3.11 การวัดอัตราการไหลของอากาศที่ถูกดูดผ่านท่อดูดของเครื่องกลเติมอากาศ

ผลการทดลองเครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศ (ครั้งที่ 2) ทดลองเดินเครื่องกลเติมอากาศ ในบ่อน้ำที่มีขนาด 19.0 x 9.0 x 2.0 ม. พบว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำซึ่งเป็นผลจากการใช้เครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศเพิ่มสูงขึ้นจากระดับ 4.8 mg /L เป็นประมาณ 6.8 mg / L มีค่าเฉลี่ยที่ 5.75 mg/L อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศที่ 36.5° องศาเซลเซียสและอุณหภูมิน้ำภายในบ่อ 29.54 องศาเซลเซียส

ตำแหน่ง	Dissolved Oxygen:DO									ความลึก m	อุณหภูมิเฉลี่ย		DO เฉลี่ย mg/L
	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00		Air	น้ำ	
A1	5.2	5.8	6.2	6.5	6.7	6.9	6.7	6.5	6.7	0.5	30.2	25.1	6.3
A2	5.0	5.2	5.8	6.3	6.2	6.3	6.4	6.2	6.3	1.0	30.2	24.5	5.9
A3	4.8	5.0	5.2	5.4	5.4	5.4	5.3	5.5	5.4	1.5	30.2	24	5.2
B1	5.2	5.6	5.7	5.9	5.9	6.2	6.6	6.4	6.6	0.5	30.2	25.2	6
B2	5.1	5.5	5.5	5.6	5.7	6.0	6.5	6.3	6.4	1.0	30.2	24.2	5.8
B3	5.0	5.0	5.0	4.9	5.0	5.1	4.9	4.9	5.0	1.5	30.2	24	4.9
C1	5.2	5.3	6.3	6.6	6.7	7.0	6.8	6.7	6.6	0.5	30.2	25.1	6.3
C2	5.1	5.4	5.9	6.3	6.5	6.8	6.6	6.5	6.4	1.0	30.2	24.5	5.1
C3	5.1	5.2	5.2	5.3	5.4	5.4	5.3	5.3	5.3	1.5	30.2	24	5.2
D1	5.2	5.4	5.5	5.8	6.2	6.4	6.4	6.4	6.5	0.5	30.2	25.2	5.9
D2	5.1	5.2	5.4	5.6	6.3	6.3	6.3	6.2	6.3	1.0	30.2	24.2	5.8
D3	4.9	5.0	5.2	5.3	5.1	5.2	4.9	4.9	5.0	1.5	30.2	24	5

ตารางที่ 3.2 ปริมาณออกซิเจนในน้ำ ณ ตำแหน่งต่างๆ ซึ่งเป็นผลจากการใช้เครื่องกลเติมอากาศ



แผนภูมิที่ 3.1 ปริมาณออกซิเจนในน้ำ ณ ตำแหน่งต่างๆ ซึ่งเป็นผลจากการใช้เครื่องกลเติมอากาศ

บทที่ 4
อภิปรายผล

4.1 ผลการศึกษาข้อมูลของเครื่องกลเติมอากาศ

การติดตั้งเครื่องกลเติมอากาศในสองลักษณะ กล่าวคือ ติดตั้งแบบกึ่งถาวรเพื่อการบำรุงรักษาและแบบใช้ทุ่นลอยเพื่อการบำรุงรักษาและให้สามารถเคลื่อนย้ายได้ การติดตั้งเครื่องกลเติมอากาศในลักษณะกึ่งถาวรส่วนมากเป็นการเติมอากาศในระดับท้องน้ำ จะใช้การปั๊มน้ำและหรืออากาศผ่านท่อและฉีดพ่นอากาศลงไปในน้ำ ส่วนแบบทุ่นลอยจะเป็นการเติมอากาศในระดับผิวน้ำ ใช้วิธีการตีและหรือพ่นน้ำให้ผสมกับอากาศเพิ่มให้น้ำดูดซับออกซิเจนจากอากาศ

การเติมอากาศในระดับท้องน้ำโดยการปั๊มน้ำและหรืออากาศผ่านท่อและฉีดพ่นอากาศลงไปในน้ำ ข้อจำกัดที่พบคือ เกิดการอุดตันของท่อทางน้ำเข้าสำหรับเครื่องกลแบบดูดน้ำและเกิดการชำรุดเสียหายของปั๊มอัดอากาศสำหรับเครื่องแบบดูดอากาศ

การเติมอากาศในระดับผิวน้ำ โดยการปั๊มน้ำและหรืออากาศผ่านท่อและฉีดพ่นอากาศลงไปในน้ำ ข้อจำกัดที่พบคือ ปริมาณออกซิเจนในน้ำมีมากแต่ในเฉพาะระดับผิวน้ำ ส่วนในระดับท้องน้ำมีปริมาณออกซิเจนค่อนข้างน้อย กระบวนการย่อยสลายอินทรีย์สารในระดับท้องน้ำจะเป็นไปค่อนข้างช้า ซึ่งถ้ามีปริมาณน้ำเสียไหลเข้าบ่อบำบัดในปริมาณมาก กระบวนการย่อยสลายอินทรีย์สาร โดยแบคทีเรียจะไม่สามารถรองรับได้ ซึ่งในเครื่องกลเติมอากาศที่ติดตั้งแบบกึ่งถาวรและแบบทุ่นลอยมีข้อดีและข้อจำกัดแตกต่างกันออกไปตามที่ได้กล่าวมาแล้วตามตารางที่ 2.1 ในบทที่ 2

เครื่องกลเติมอากาศที่ดีควรจะสามารถเติมอากาศให้กับน้ำในบ่อบำบัด ให้มีปริมาณออกซิเจนใกล้เคียงกันทั่วทั้งบ่อบำบัด และในทุกระดับความลึกของบ่อบำบัด เพื่อให้เกิดกระบวนการย่อยสลายอินทรีย์สาร โดยแบคทีเรียทั่วทั้งบ่อบำบัด

จากขอบเขตของการวิจัยที่มุ่งหวังที่จะนำไปใช้กับบ่อบำบัดน้ำที่มีความจุไม่เกิน 500 ลูกบาศก์เมตร แต่ด้วยในช่วงระหว่างที่ทำการเก็บข้อมูล เกิดปรากฏการลานิญญาหรือที่เรียกว่า สภาวะโลกร้อน (Global Warming) ซึ่งส่งผลกรทบรุนแรงในเขตจังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งเป็นจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยเป็นที่ทราบกันดีว่า ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยเป็นภาคที่แห้งแล้ง ประสบภัยแล้งซ้ำซาก ระดับน้ำในแม่น้ำลำคลองและในบ่อกักเก็บต่างๆ ลดลงมาก ส่งผลในการนำเครื่องกลเติมอากาศที่คณะผู้วิจัยพัฒนาขึ้นไปทดลองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลไม่เป็นไปตามที่กำหนด

การทดลองเก็บข้อมูลประกอบการวิจัยเพื่อพัฒนาเครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศในครั้งนี้ ได้ทำการทำลองภายใต้เงื่อนไข ข้อจำกัดและขอบเขตของการวิจัยที่ตั้งไว้

เครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศเป็นการประยุกต์ข้อดีข้อจำกัดของเครื่องกลเติมอากาศเพื่อให้สามารถใช้เติมอากาศได้ในทุกระดับความลึกของน้ำ โดยพัฒนารูปแบบและปรับเปลี่ยนลดขนาดมอเตอร์ปั๊มน้ำให้เล็กลง รวมถึงการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ที่สามารถหาซื้อได้ทั่วไป ลดข้อจำกัดในการซ่อมแซม บำรุงรักษา ต้นทุนในการสร้างลดลง ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานเพิ่มสูงขึ้น

จากการทดลองเครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศที่พัฒนาขึ้น ทดลองเดินเครื่องกลเติมอากาศ ในบ่อน้ำที่มีขนาด 19.0 x 9.0 x 2.0 ม. พบว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำซึ่งเป็นผลจากการใช้เครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศเพิ่มสูงขึ้นจากระดับ 4.8 mg /L เป็นประมาณ 6.8 mg / L มีค่าเฉลี่ยที่ 5.75 mg/L อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศที่ 36.5° องศาเซลเซียสและอุณหภูมิน้ำภายในบ่อ 29.54° องศาเซลเซียส ใช้พลังงานไฟฟ้าในการเดินเครื่องกลเติมอากาศต่อเนื่อง 8 ชั่วโมงเท่ากับ 3.7 หน่วย คิดเป็น 472 วัตต์ต่อชั่วโมง โดยมีอัตราการไหลของน้ำและอากาศผ่านเครื่องกลเติมอากาศเป็น 80 และ 10 ลิตรต่อนาทีตามลำดับ

การเพิ่มขึ้นของปริมาณออกซิเจนในน้ำซึ่งเป็นผลจากการใช้เครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศเป็นไปได้ในระดับหนึ่ง ทั้งนี้อาจเป็นผลจากอุณหภูมิของน้ำและอากาศที่สูง ซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญตัวหนึ่งที่ส่งผลต่อปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ โดยอุณหภูมิของน้ำและอากาศที่สูงทำให้ความหนาแน่นของน้ำและอากาศลดลง ส่งผลให้ความสามารถในการละลายน้ำของออกซิเจนลดลงเช่นกัน อุณหภูมิของอากาศเฉลี่ยตลอดระยะเวลาที่ทดลองเครื่องกลเติมอากาศอยู่ที่ 36.5° องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 39.7° องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำภายในบ่ออยู่ที่ 29.54° องศาเซลเซียสและมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 32.2° องศาเซลเซียส ประกอบกับบ่อน้ำที่ใช้ทดลองเครื่องกลเติมอากาศเป็นบ่อในที่โล่งแสงแดดส่องถึงตลอดเวลาที่ทดลอง

4.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองเครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศที่พัฒนาขึ้น ทดลองเดินเครื่องกลเติมอากาศ ในบ่อน้ำที่มีขนาด 19.0 x 9.0 x 2.0 ม. พบว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำซึ่งเป็นผลจากการใช้เครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศเพิ่มสูงขึ้นจากระดับ 4.8 mg /L เป็นประมาณ 6.8 mg / L มีค่าเฉลี่ยที่ 5.75 mg/L อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศที่ 36.5° องศาเซลเซียสและอุณหภูมิน้ำภายในบ่อ 29.54° องศาเซลเซียส ใช้พลังงานไฟฟ้าในการเดินเครื่องกลเติมอากาศต่อเนื่อง 8 ชั่วโมงเท่ากับ 3.7 หน่วย คิดเป็น 472 วัตต์ต่อชั่วโมง โดยมีอัตราการไหลของน้ำและอากาศผ่านเครื่องกลเติมอากาศเป็น 80 และ 10 ลิตรต่อนาทีตามลำดับ

4.3 สรุปผลการทดลอง

เครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศที่คณะผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น เป็นเครื่องกลเติมอากาศที่มีสมรรถนะสูง เมื่อเทียบกับเครื่องกลเติมอากาศที่นิยมใช้อยู่ในปัจจุบัน ดังจะเห็นได้จากปั๊มน้ำที่มีขนาด

เล็กลง ความต้องการการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง โดยสามารถเติมออกซิเจนในน้ำในระดับผิวน้ำได้ใกล้เคียงกับเครื่องกลเติมอากาศที่นิยมใช้ในปัจจุบัน โดยมีข้อแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ คือปริมาณออกซิเจนในน้ำระดับท้องน้ำที่เพิ่มมากขึ้น

4.4 ข้อเสนอแนะ

การติดตั้งเครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศ ควรติดตั้งตามแนวยาวของบ่อ เครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศออกแบบให้พ่นน้ำและอากาศออกในสองทิศทางตามแนวยาวของเครื่อง ทั้งนี้เพราะจะทำให้เครื่องกลเติมอากาศสามารถลอยนิ่งอยู่บนผิวน้ำโดยไม่เคลื่อนที่ ซึ่งถ้านำเครื่องกลเติมอากาศไปติดตั้งในบ่อที่มีความราบเรียบของก้นบ่อน้อย และเครื่องกลเติมอากาศมีการเคลื่อนที่มากอาจทำให้เกิดการดูดตะกอนดินบริเวณก้นบ่อ ซึ่งจะส่งผลถึงการทำงานของมอเตอร์ปั๊มน้ำและการอุดตันของท่อส่งน้ำได้

ตามมิติและขนาดของมอเตอร์ปั๊มน้ำของเครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศ เพื่อให้การทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ แนะนำให้ใช้กับบ่อน้ำที่มีความจุระหว่าง 200-300 ลูกบาศก์เมตร

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ.2547. การจักการคุณภาพน้ำ. [Online]. available : http://www.pcd.go.th/info_serv/water_wt.html , สืบค้นเมื่อ 2 พฤษภาคม 2553.

กรมควบคุมมลพิษ.2547. มาตรฐานคุณภาพน้ำ. [Online]. available : http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_water04.html#s1, สืบค้นเมื่อ 2 พฤษภาคม 2553.

กรมควบคุมมลพิษ.2547. พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535. [Online]. available : http://www.pcd.go.th/info_serv/regulation.html ,สืบค้นเมื่อ 2 พฤษภาคม 2553.

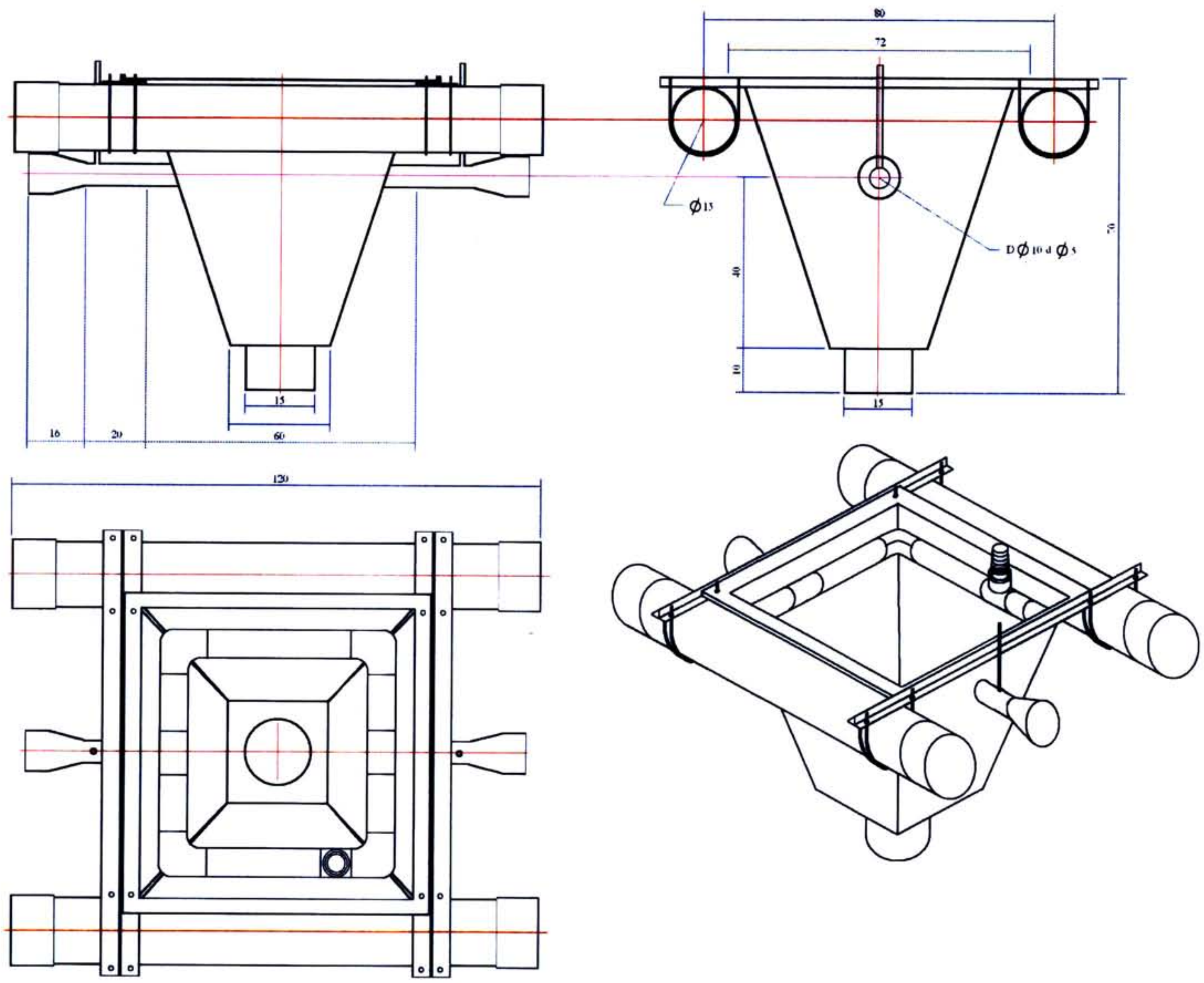
มูลนิธิชัยพัฒนา. [Online]. available : http://www.chaipat.or.th/chaipat/index.php?option=com_content&task=view&id=18&Itemid=1 สืบค้นเมื่อ 2 พฤษภาคม2553.

ภาคผนวก ก

ตารางรายการวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ทำเครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศ

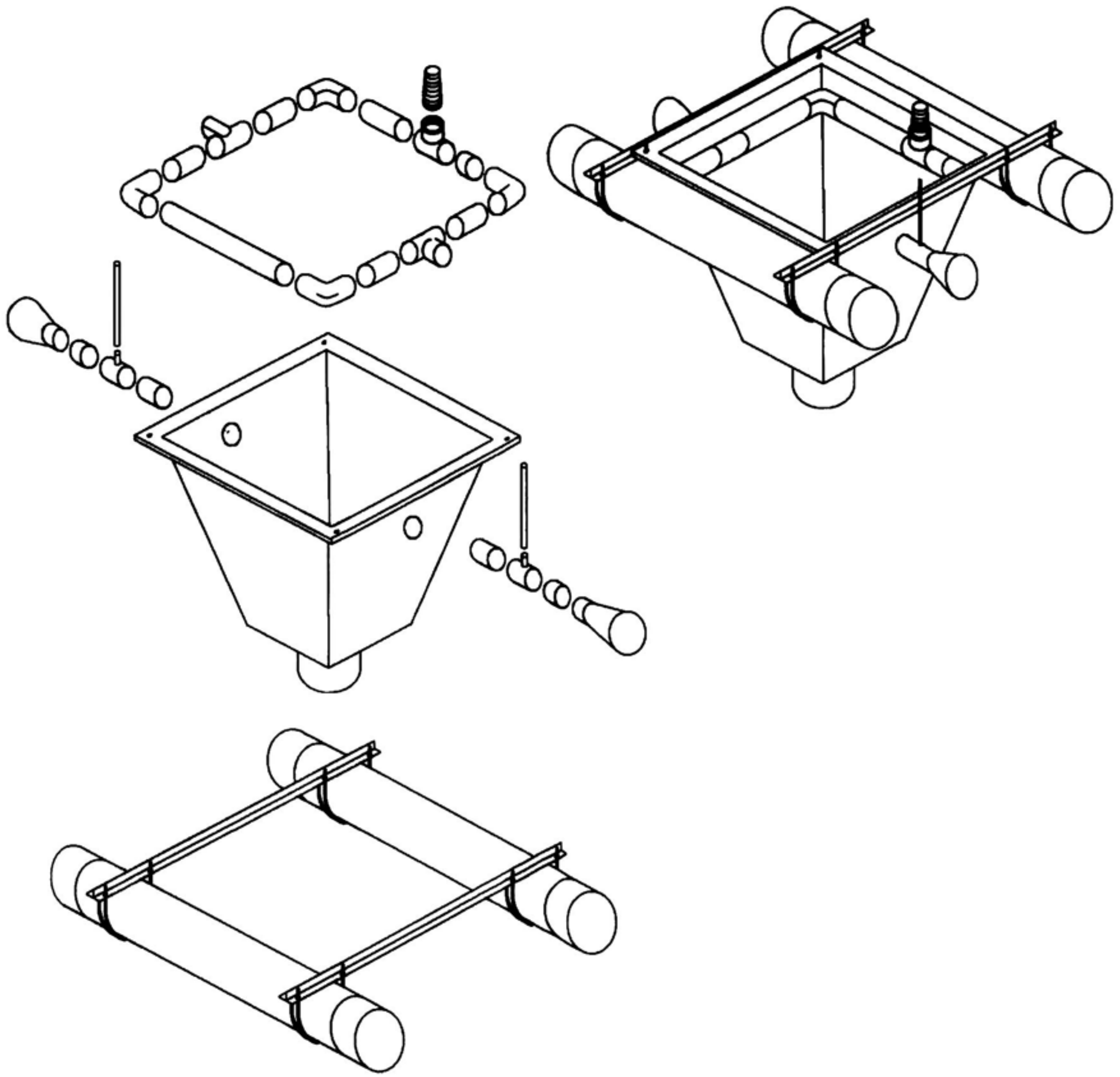
ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน่วยนับ	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน
1	ท่อPVC 6 นิ้ว	1	เส้น	685	685 บาท
2	ฝาครอบPVC 6 นิ้ว	5	อัน	60	300 บาท
3	ข้อต่อตรงPVC 6 นิ้ว	2	อัน	136	272 บาท
4	ข้องอฉากPVC 2 นิ้ว	4	อัน	24	96 บาท
5	สามทางPVC 2 นิ้ว	2	อัน	30	60 บาท
6	สามทางเกลียวในPVC 2 นิ้ว	1	อัน	42	42 บาท
7	สามทางPVC 2-3/4 นิ้ว	2	อัน	12	24 บาท
8	ท่อลดPVC 2-3/4 นิ้ว	2	อัน	17	34 บาท
9	ท่อPVC 2 นิ้ว	1	เส้น	128	128 บาท
10	ท่อPVC 1/2 นิ้ว	1	เส้น	45	45 บาท
11	เรซินไฟเบอร์	1	ปีป	1800	1800 บาท
12	ตัวเร่งเรซิน	1	ขวด	180	180 บาท
13	สีผสมเรซิน	1	ขวด	95	95 บาท
14	ใยแก้ว	5	เมตร	50	250 บาท
15	U-Bolt	4	ตัว	60	240 บาท
16	อลูมิเนี่ยมฉาก 1x1 นิ้ว	1	เส้น	250	250 บาท
17	กาวPVC	1	กระป๋อง	80	80 บาท
18	มอเตอร์ปั๊มน้ำ ขนาด 700 วัตต์	1	ตัว	1870	1870 บาท
	รวม				6451 บาท

ภาคผนวก ข

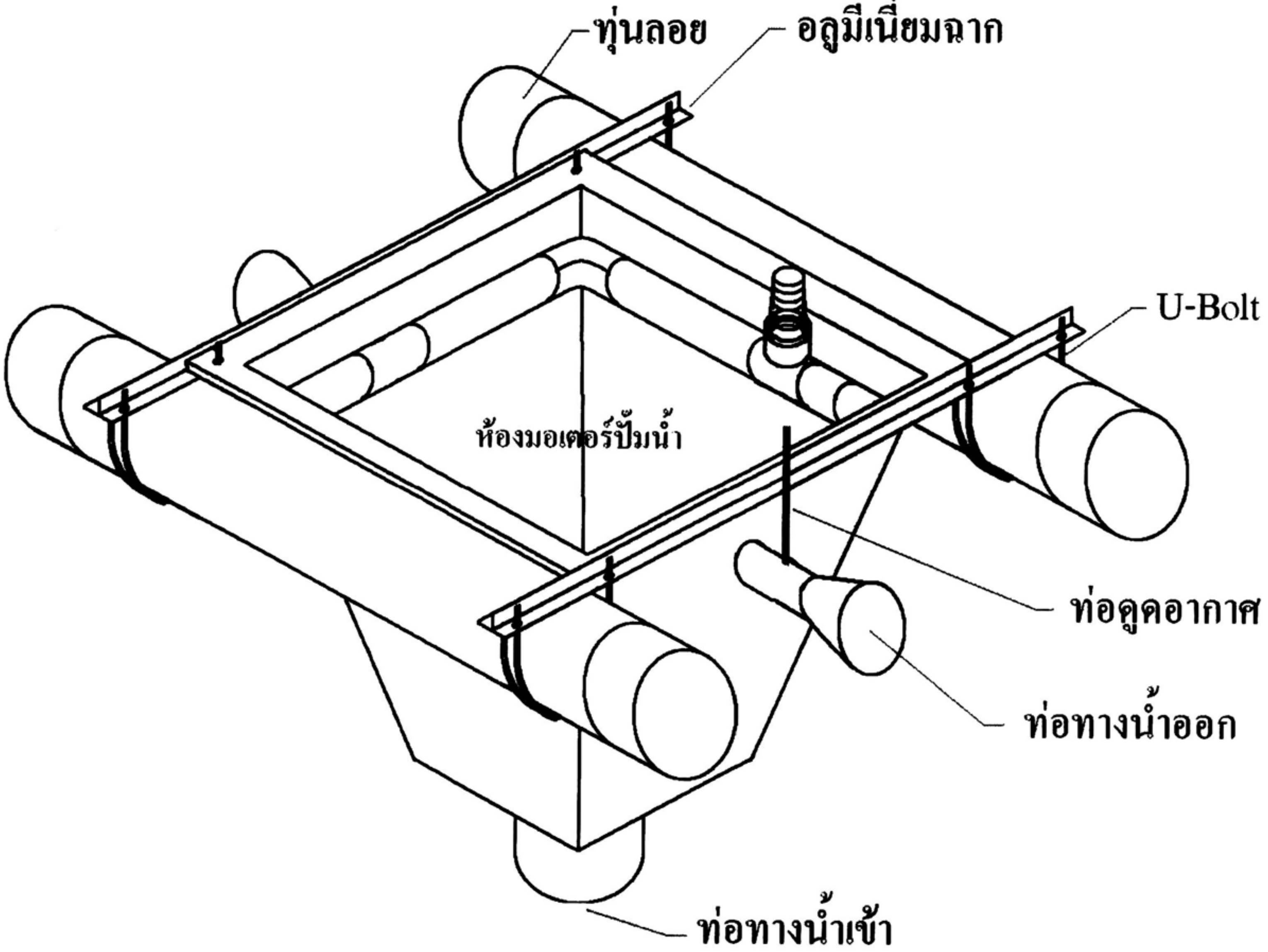


เครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศ

LOTUS-2010 วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี



เครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศ
LOTUS-2010 วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี



เครื่องกลเติมอากาศแบบดูดน้ำและอากาศ
LOTUS-2010 วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี

Date Due		

628.194
กรพ

BT18818

การพัฒนาเครื่องกลเติม
อากาศแบบดูดน้ำและอากาศ

BT 18818
BTC 18845

ศูนย์ความรู้ (ศคร.)
BT18818
ศูนย์ความรู้ (ศคร.)
BTC18845