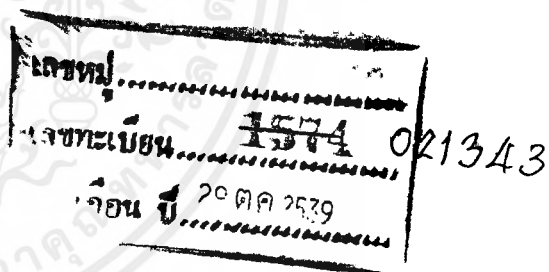




โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องผลิตออกซิเจนในน้ำ
พลังงานแสงอาทิตย์

INDUSTRIAL EDUCATION DESIGN PROJECT,
THE SOLAR CELL ENERGY SURFACE AERATOR.

นายพูนศักดิ์ วิกสันเทียะ
MR. POONSAK WICSUNTIA



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์

อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INDUSTRIAL EDUCATION DESIGN PROJECT,
THE SOLAR CELL ENERGY SURFACE AERATOR.



A THESIS SUBMITTEN IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT
FOR THE DEGREE
BACHLOR OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL EDUCATION.
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1996.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบเสนอขออนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โครงการเสนอวิทยานิพนธ์

เรื่อง (ภาษาไทย) โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องเติมออกซิเจนในน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์
(ภาษาอังกฤษ) SOLAR CELL ENERGY NORIA WATER WHEEL FOR ADD THE
OXYGENS.

เสนอโดย นายพูนศักดิ์ วิกสันเทียะ รหัส 37030513
นักศึกษาภาควิชา ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชา ศิลปอุตสาหกรรม
จำนวนหน่วยกิตวิชา 8 หน่วย
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

1. อาจารย์อุดมศักดิ์ สารินทร

ประเภทวิทยานิพนธ์ที่เสนอ

1. การศึกษาค้นคว้าอย่างกว้างขวางโดยละเอียดและวิเคราะห์เพื่อนำไปสู่การออกแบบ
 - ก. โครงการจริง
 - ข. โครงการเสนอแนะ
 - ค. โครงการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลง



สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องเติมออกซิเจนในน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

นักศึกษา นายพนศักดิ์ วัฒนเทียมะ

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตรอุตสาหกรรม

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลงนาม
อ. จุฑมศักดิ์ สาทิบุตร	
อ. สถาพร ศิบุญมี ณ ชุมแพ	
อ. ทนอม จันทน์มื่นไวย	
อ. คารณี เพ็งสะและ	
อ. ธเนศ ภิญโญการ	
อ. ศิคุหุ ศิริพันธ์	
อ. อานนท์ อินทร์คำ	
อ. นิธิ ฤกษ์สังข์	
อ. เอกชัย เลิศชาครอง	
อ. ประวิทย์ เหลียงกอบกิจ	

วันเดือนปี ที่สอบ 25, 10, 2539 เวลาสอบ

สถานที่สอบ คณะวิศวกรรมศาสตรอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปเผยแพร่
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิง (รศ.ดร.ปริยาพร วงอนุสรโรจน์) คนบันทึก

วันที่ 19 เดือน 10 ปี 2539 พ.ศ. 2539

หัวข้อวิทยานิพนธ์	โครงการออกแบบปรับปรุง เครื่องเดิมออกซิเจนในน้ำพลังงานแสงอาทิตย์
นักศึกษา	นายพูนศักดิ์ วิกสันเทียะ
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	อาจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร
ระดับการศึกษา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม
ภาควิชา	ครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า- เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.	2539

บทคัดย่อ

การทำวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบปรับปรุงเครื่องเดิมออกซิเจนในน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ใช้ในบ่อปลาสำหรับผู้ประกอบการเลี้ยงปลาน้ำจืดเป็นอาชีพหลัก และเพื่อความเหมาะสมกับกลุ่มเกษตรกรผู้ประกอบการประมงน้ำจืด ที่ต้องการเครื่องเดิมออกซิเจนในน้ำเป็นการนำความรู้ความสามารถในด้านวิชาเฉพาะศิลปอุตสาหกรรมไปใช้ให้สอดคล้องกับงานด้านเกษตรให้เกิดประโยชน์และที่น่าจะสามารถนำไปประกอบอาชีพได้

วิธีดำเนินการวิจัย โดยการสำรวจข้อมูลเสนอหัวข้อ ข้อมูลเบื้องต้นวิเคราะห์ข้อมูลสรุปผลการวิเคราะห์ โดยแบบร่าง การเขียนแบบเพื่อการผลิต การนำเสนอผลงาน ข้อมูลฉบับสมบูรณ์ บทคัดย่อและต้นฉบับรวมไปจนถึงหุ่นจำลองที่มีขนาดเหมาะสม

ผลการวิจัยจะได้เครื่องเดิมออกซิเจนในน้ำที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อทดแทนพลังงานเดิมที่ใช้อยู่ มีความเหมาะสมกับบ่อเลี้ยงปลา สภาพแวดล้อมและดินฟ้าอากาศ ใช้ระบบการใช้ปั๊มอากาศแบบต่อเนื่อง ทำให้การจ่ายออกซิเจนไม่ขาดตอน รวมทั้งประสิทธิภาพการเดิมออกซิเจนแบบกระจายทั้งพื้นที่ ตลอดจนความเหมาะสมกับงานด้านเกษตรในเรื่องของราคาและการผลิต

Thisis Title **Industrial Education Design Project : Solar cell-
Energy surface Acvaton**

Student **Mr. Poonsak Wicsuntia**

Thesis Advision **Mr. Udomsak Saribotr**

Level of Study **Boachelor of Science in Industrial Education
(Industrial Design) B.S.I.ED. (Industrial Design)**

Department **Industrial Design Education**

1996

ABSTRACT

The Object of the research are designing and improving of the solor cell-energy surface aerator. It is vsefel for fish- pond agricutrurist. By the knowledgr of indutrial design apple for agricu lturec to get an economic and analyzing, design for agriculturist.

The research consist of infomation surreying, analyzing. summary from analyzing , design for manufacturing , research papering ang making the model of the machinc.

The result of research get the new maching appropriate for fish-pond , enrironment and the weather. It continue increasing and spreading oxygen in fresh water. The important is about an economic and manufactruing.

กิติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เพราะได้รับความเมตตาจาก อาจารย์อุดมศักดิ์ สารินทร ที่กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาแก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณ คุณเอนก ก้านสังวอน วิศวกรเครื่องกล 5 กองโรงงาน มูลนิธิชัยพัฒนา กรมชลประทาน ปากเกร็ด กรุณาให้ข้อมูลด้านเทคนิค และแนะนำชี้แนะ

ขอขอบพระคุณ ดร. เพ็ญ แซ่โล้ว เจ้าของฟาร์มแสงสว่างพันธุ์ปลา กรุณาให้ข้อมูลและเยี่ยมชมกิจการ

ขอขอบคุณบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ที่ได้กล่าวถึง จนทำให้วิทยานิพนธ์สำเร็จลงด้วยดี

นายพูนศักดิ์ วิกสันเทียะ

คำนิยามศัพท์

1. อากาศ หมายถึง ธาตุออกซิเจนรวมตัวผสมน้ำในบ่อปลาโดยใช้เครื่องเติมอากาศ
2. สัตว์น้ำจืด หมายถึง สิ่งมีชีวิตอาศัยในน้ำจืดที่จัดอยู่ในประเภทสัตว์ที่ใช้บริเวณหรือสัตว์น้ำเศรษฐกิจ
3. บ่อเลี้ยง หมายถึง เนื้อที่บรรจุน้ำเลี้ยงปลาที่มีขนาดใหญ่หรือปลาที่โตแล้ว
4. แผงโซล่าเซลล์ หมายถึง เซลล์แสงอาทิตย์ที่ถูกผลิตออกมาเป็นชุด ๆ ประกอบด้วยเซลล์แสงอาทิตย์หลายตัวรวมต่อกันเพื่อให้ได้กำลังไฟฟ้ามากขึ้นและสะดวกต่อการป้องกันการเสียหายของเซลล์แสงอาทิตย์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญภาพ.....	X
คำนิยามของศัพท์ที่ใช้.....	XV
บทที่	
1. บทนำ.....	1
เหตุผลในการนำเสนอโครงการ.....	1
วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1
ที่มาของปัญหา.....	2
ปัญหาที่เกิดขึ้น.....	2
แนวทางแก้ปัญหา.....	14
ขอบเขตการศึกษาข้อมูล.....	14
วิธีดำเนินการวิจัย.....	15
ขอบเขตของงานออกแบบ.....	16
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	16
2. วรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	17
นโยบายรัฐบาลต่อการประมงน้ำจืด.....	17
| โอกาสการเพิ่มผลผลิตของการประมงน้ำจืด.....	18
๔ สถานการณ์การประมงน้ำจืดของประเทศไทย.....	19
๖ การตลาดปลาน้ำจืด.....	20
๗ การตลาดปลาสวยงามน้ำจืด.....	21
๕ สถิติผลผลิตฟาร์มเลี้ยงปลาน้ำจืด.....	22
๘ การเลี้ยงปลาน้ำจืด.....	35
๗ ปลาน้ำจืดที่นิยมเลี้ยง.....	49

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	๑) การสร้างฟาร์มเลี้ยงปลา.....	77
	/ การเลือกสถานที่สร้างฟาร์มปลา.....	79
	/ บ่อเลี้ยงปลา.....	84
	๒) คุณภาพของน้ำในบ่อปลา.....	99
	๒ การเติมอากาศในบ่อปลาด้วยเครื่องมือกล.....	118
	๔ นโยบายการประยุกต์ใช้พลังงานทดแทนในประเทศไทย.....	146
	๔ ระบบพลังงานแสงอาทิตย์.....	147
	๔ เซลล์แสงอาทิตย์.....	151
	๔ ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับระบบควบคุมการทำงาน.....	180
	๔ รางสีแสงอาทิตย์.....	184
	๔ สภาพแวดล้อมทางภูมิอากาศและลักษณะทางภูมิศาสตร์ของประเทศไทย....	191
	ไฟเบอร์กลาส.....	206
	หลักเบื้องต้นของมอเตอร์.....	221
	ระบบการตั้งเวลา.....	228
	แปรง.....	235
	ระบบควบคุมการทำงาน.....	240
	พลาสติก.....	242
	โลหะแผ่น.....	249
	การต่อโลหะแผ่น.....	256
	สีสรรที่ใช้ในการออกแบบ.....	270
3.	การรวบรวมและศึกษาข้อมูล.....	277
	วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูล.....	277
	แหล่งที่มาของข้อมูล.....	278
	การศึกษาข้อมูล.....	278
	' การศึกษาพฤติกรรมกรรมการเลี้ยงปลาน้ำจืด.....	278
๒	การศึกษาพฤติกรรมการใช้เครื่องเติมออกซิเจน.....	289
	การศึกษาน้ำที่ใช้ในบ่อเลี้ยงปลา.....	290

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การศึกษาเครื่องเติมออกซิเจนในบ่อปลา.....	292
การศึกษาผลิตภัณฑ์ข้างเคียง.....	302
การศึกษาลักษณะการเติมอากาศในน้ำต่าง ๆ.....	318
การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์.....	319
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	333
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านระบบการเติมออกซิเจน.....	333
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านระบบสะสมพลังงานและเปลี่ยนพลังงาน.....	333
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านรูปแบบการเติมออกซิเจนลงสู่ น้ำ.....	334
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านการติดตั้งเครื่อง.....	334
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตำแหน่งของส่วนต่าง ๆ	334
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านระบบกลไกยึด.....	335
ผลการวิเคราะห์วัสดุที่ใช้.....	335
การออกแบบ.....	336
แบบถ่ายย่อ.....	337
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	356
สรุปการวิจัย.....	356
ข้อเสนอแนะ.....	357
บรรณานุกรม.....	358
ภาคผนวก.....	359
แบบอนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์.....	359
ประวัติผู้เขียน.....	360

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แสดงจำนวนฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำจืด ปี 2529-2535.....	24
2. แสดงจำนวนฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำจืดในจังหวัดที่สำคัญ ปี 2529-2535.....	25
3. แสดงเนื้อที่ที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำจืดแยกตามประเภทการเลี้ยง ปี 2529-2535.....	28
4. แสดงเนื้อที่ที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำจืดในจังหวัดที่สำคัญ ปี 2529-2535.....	29
5. แสดงผลผลิตของฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำจืดแยกตามประเภทการเลี้ยง ปี 2530-2535	31
6. แสดงผลผลิตการเลี้ยงปลาจืด จำแนกเป็นรายชนิดและตามประเภทการเลี้ยง ปี 2532.....	34
7. แสดงระดับค่าสุดของออกซิเจนที่ทำให้ปลาชนิดต่าง ๆ ตาย.....	103
8. แสดงปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ที่ความดันบรรยากาศ 760 มิลลิเมตรปรอท.....	105
9. แสดงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายในน้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ.....	111
10. แสดงปริมาณออกซิเจน (วัดในหน่วย % ของออกซิเจนอิ่มตัว) ของน้ำในบ่อเลี้ยงปลาเมื่อตอนรุ่งสาง.....	137
11. แสดงผลผลิตและคุณภาพของน้ำในบ่อปลาที่มีการเติมอากาศที่แตกต่างกัน (LOYACANO, 1974).....	137
12. แสดงความเข้มข้นออกซิเจนละลายน้ำ (เฉลี่ย) วัดขณะฟ้าสางในบ่อต่าง ๆ ที่เลี้ยงปลาดุก (PIEMMONS, 1980).....	138
13. แสดงสรุปข้อมูลที่ได้จากการเลี้ยงปลาที่มีการเติมและไม่เติมอากาศ.....	140
14. แสดงข้อมูลที่ได้จากการเลี้ยงปลาดุกในบ่อที่เติมและไม่เติมอากาศ (PIEMMONS, 1980).....	141
15. แสดงคุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำชนิดต่าง ๆ ที่สามารถมาสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ได้	153
16. แสดงความจุในการจ่ายกระแสของเซลล์ที่ใช้จ่ายกระแสในเวลาต่าง ๆ กัน.....	173
17. แสดงแรงดันในการชาร์จและความถ่วงจำเพาะของแบตเตอรี่ชนิดต่าง ๆ.....	174
18. แสดงแบตเตอรี่ชนิดต่าง ๆ ที่มีการพัฒนาใช้ในการเก็บพลังงาน.....	175
19. แสดงมุมขึ้นลงของดวงอาทิตย์ (บริเวณกรุงเทพฯ).....	197
20. แสดงมุมของดวงอาทิตย์ ระหว่าง 8.00 น.-16.00 น. ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร และจังหวัดอื่น ๆ ในภาคกลาง ละติจูดที่ 14 องศาเหนือ.....	198

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
21. แสดงการกำหนดขนาดความเร็วลมผิวพื้น.....	204
22. แสดงเปรียบเทียบคุณสมบัติมอเตอร์ 2-ชนิด	226
23. แสดงน้ำหนักต่อพื้นที่ 1 ตารางฟุต ของโลหะแผ่นต่าง ๆ	256
24. แสดงขนาดหมุดย้ำ.....	258
25. แสดงขนาดมาตรฐาน BOLT หัวสี่เหลี่ยม หัวหกเหลี่ยม และสกรูหัวมวก หกเหลี่ยม.....	267
26. แสดงขนาดมาตรฐาน NET หัวสี่เหลี่ยม หัวหกเหลี่ยม และสกรูหัวมวก หกเหลี่ยม.....	268
27. แสดงขนาดต่าง ๆ ของ CAP SCREW, SLOTTED และ SOCKET ตามระบบอเมริกัน.....	269
28. แสดงขนาดต่าง ๆ และน้ำหนักเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส.....	270
29. แสดงชื่อขนาด, ขนาดต่าง ๆ และน้ำหนักของเหล็กวงกลม.....	271
30. แสดงขนาดต่าง ๆ และน้ำหนักของเหล็กกลวงสี่เหลี่ยม.....	272
31. แสดงขนาดเหล็กแผ่นและน้ำหนัก.....	273
32. แสดงการวิเคราะห์การติดตั้งแผงโซลาเซลล์กับระบบการทำงาน.....	319
33. แสดงการวิเคราะห์การยึด.....	320
34. แสดงการวิเคราะห์รูปแบบของเครื่องเดิมออกซิเจนในน้ำ.....	321
35. แสดงการวิเคราะห์ตำแหน่งการทำงานของเครื่อง.....	322
36. แสดงการวิเคราะห์การยึดโครงสร้างรองรับแผงโซลาเซลล์กับตัวเครื่อง.....	323
37. แสดงการวิเคราะห์รูปแบบของทุ่นลอย.....	324
38. แสดงการวิเคราะห์รูปแบบท่อแยกอากาศ.....	325
39. แสดงการวิเคราะห์วัสดุใช้ทำโครงสร้างของเครื่อง.....	326
40. แสดงการวิเคราะห์วัสดุใช้ทำโครงสร้างรองรับแผงโซลาเซลล์.....	327
41. แสดงการวิเคราะห์วัสดุใช้ทำท่อแยกอากาศ.....	328
42. แสดงการวิเคราะห์วัสดุใช้ทำท่อส่งอากาศ.....	329
43. แสดงการวิเคราะห์วัสดุใช้ทำทุ่นลอย.....	330
44. แสดงการวิเคราะห์สวิตช์ที่ใช้กับเครื่อง.....	331
45. แสดงการวิเคราะห์สื่ที่ใช้กับเครื่องสี่หลัก.....	332

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. แสดงรูปแบบเครื่องเดิมออกซิเจนพลังงานไฟฟ้า.....	2
2. แสดงปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องเดิมออกซิเจนแบบเดิม.....	3
3. แสดงการติดตั้งเครื่องเดิมออกซิเจนไฟฟ้า.....	4
4. แสดงปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องเดิมออกซิเจนแบบเดิม.....	4
5. แสดงระบบส่งกำลังของเครื่องเดิมออกซิเจนไฟฟ้า.....	5
6. แสดงปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องเดิมออกซิเจนแบบเดิม.....	6
7. แสดงการส่งกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าของเครื่อง.....	7
8. แสดงปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องเดิมออกซิเจนแบบเดิม.....	7
9. แสดงขนาดมอเตอร์ 3 แรงม้าที่ใช้กับเครื่อง.....	8
10. แสดงปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องเดิมออกซิเจนแบบเดิม.....	9
11. แสดงการยึดมอเตอร์กับ โครงสร้าง.....	9
12. แสดงปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องเดิมออกซิเจนแบบเดิม.....	10
13. แสดงการยึดมู่เล่กับ โครงสร้าง.....	11
14. แสดงปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องเดิมออกซิเจนแบบเดิม.....	11
15. แสดงตัวจุดหมุนของแกนเปี้ยว.....	12
16. แสดงการยึดติดตัวเครื่องเดิมออกซิเจนในน้ำ.....	12
17. แสดงการส่งกำลังจากฝั่งสู่กลางน้ำ.....	13
18. แสดงจำนวนฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำจืด ปี 2526-2535.....	23
19. แสดงจำนวนฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำจืด แยกตามประเภทการเลี้ยง ปี 2535.....	23
20. แสดงเนื้อที่ที่เลี้ยงสัตว์น้ำจืด (เฉพาะที่ให้ผลผลิต) ปี 2526-2535.....	27
21. แสดงเนื้อที่ที่เลี้ยงสัตว์น้ำจืด (เฉพาะที่ให้ผลผลิต) ปี 2535.....	27
22. แสดงผลผลิตสัตว์น้ำจืด ปี 2535.....	30
23. แสดงผลผลิตของฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำจืด ปี 2526-2535.....	33
24. แสดงมูลค่าผลผลิตของฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำจืด ปี 2526-2535.....	33
25. แสดงลักษณะการใช้ประโยชน์ร่วมกันของการเลี้ยงปลาแบบผสมผสาน.....	40
26. แสดงการสร้างคอกสัตว์บริเวณบ่อปลา.....	42
27. แสดงแปลงเลี้ยงปลาในนาข้าว.....	44

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
28. แสดงบ่อคอนกรีตสำหรับเลี้ยงปลา.....	48
29. แสดงลักษณะบ่ออนุบาลคอนกรีต.....	88
30. แสดงบ่ออนุบาลตาข่ายในบ่อดิน.....	88
31. แสดงบ่ออนุบาลใช้ร่วมกับบ่อเลี้ยง.....	89
32. แสดงลักษณะบ่อเลี้ยงคอนกรีต.....	89
33. แสดงบ่อเลี้ยงดิน.....	90
34. แสดงลักษณะบ่อเลี้ยงดิน.....	90
35. แสดงพื้นที่กั้นบ่อปลา (ตัดตามยาว).....	91
36. แสดงพื้นที่กั้นบ่อรูปก้างปลา.....	91
37. แสดงท่อน้ำผูกมัดคลุมด้วยอวนตาถี่.....	93
38. แสดงตะแกรงตาถี่กรองน้ำเข้าบ่อปลา.....	94
39. แสดงท่อระบายน้ำ P.V.C. มีข้อต่อถอดออกได้.....	96
40. แสดงลักษณะเครื่องสูบน้ำที่ใช้ในฟาร์มเลี้ยงปลา	96
41. แสดงการขุดดินทำคันบ่อ.....	98
42. แสดงการทำคันดินให้แน่น.....	98
43. แสดงหลักการถ่ายเทออกซิเจนระหว่างน้ำและอากาศ.....	119
44. แสดงการเติมออกซิเจนจากอากาศให้กับหยดน้ำขนาดเล็กที่เกิดจากการสูบน้ำ ให้พุ่งขึ้นในอากาศด้วยเครื่องเติมอากาศแบบพิวน้ำ.....	120
45. แสดงการเติมออกซิเจนในน้ำโดยการฉีดอากาศให้เป็นฟองลงไปในน้ำ (อุปกรณ์แบบนี้ผู้ผลิตเรียกว่า AIR GUN).....	121
46. แสดงการเติมอากาศแบบแรงโน้มถ่วง.....	122
47. แสดงเครื่องเติมอากาศแบบพิวน้ำ.....	123
48. แสดงเครื่องเติมอากาศแบบกังหันตีน้ำ.....	124
49. แสดงการสูบน้ำจากบ่อเลี้ยงปลาและฉีดเป็นสายน้ำที่มีแรงดันลงบนพิวน้ำ ก็คือ เป็นการเติมอากาศเช่นเดียวกับ SURFACE AREATOR.....	125
50. แสดงระบบให้ออกซิเจนแบบพองอากาศที่ประกอบด้วยเครื่องเป่าลมและ หัวจ่ายลม (DIFFUSER).....	126

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
51. แสดงการติดตั้งระบบเติมออกซิเจนแบบฟองอากาศ ในภาพจะเห็นหัวจ่ายลมจำนวนมากที่กั้นถึง เครื่องเป่าลม (BLOWER) จะส่งจ่ายลมมาตามท่อที่เห็นด้านขวา.....	126
52. แสดงเครื่องเติมอากาศที่ให้ฟองอากาศขนาดใหญ่ แบบที่เรียกว่า HELICAL AREATOR.....	127
53. แสดงเครื่องเติมอากาศ แบบ VENTURI EJECTOR.....	127
54. แสดงอุปกรณ์ให้ออกซิเจนแบบฟองอากาศ.....	128
55. แสดงตัวอย่างผลทดสอบเครื่องเติมอากาศ แบบ SURFACE AERATOR.....	131
56. แสดงการแบ่งชั้นออกซิเจนในน้ำที่เกิดขึ้นในบ่อทั่วไป และผลจากการเติมอากาศ ทำให้ไม่มีความแตกต่างของออกซิเจนละลายน้ำเกิดขึ้นภายในบ่อ.....	142
57. แสดงการสูบน้ำจากกันบ่อ โดยอาศัยเครื่องสูบน้ำแบบจุ่มได้นำให้ขึ้นมารับออกซิเจนจากอากาศเหนือน้ำ.....	143
58. แสดงการใช้เครื่องชนิดดูดทำเยื่อหมุนเวียนน้ำจากกันบ่อปลา ให้ขึ้นมารับออกซิเจนจากอากาศเหนือน้ำ.....	144
59. แสดงการใช้ลมเพื่อหมุนเวียนและให้ออกซิเจนแก่น้ำจากกันบ่อปลา.....	145
60. แสดงการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์.....	149
61. แสดงระบบการใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์.....	152
62. แสดงแสงแดดกระทบซิลิกอนทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า.....	157
63. แสดงเซลล์แสงอาทิตย์เปลี่ยนพลังงานโฟตอนเป็นพลังงานไฟฟ้า.....	158
64. แสดงวงสมมูลย์ไฟฟ้าโซลาร์เซลล์.....	159
65. แสดง ก. คือ IV Characteristic ของโซลาร์เซลล์.....	160
66. แสดงรูปแบบของโซลาร์เซลล์ที่ใช้งานในอวกาศ.....	162
67. แสดงโรงไฟฟ้าโซลาร์เซลล์ภาคอวกาศ.....	164
68. แสดงองค์ประกอบระบบโฟโตโวลติก.....	166
69. แสดงระบบการต่อแผงโซลาร์เซลล์พร้อมกับชันจ์ไดโอด (Shunt diode).....	168
70. แสดงระบบการจ่ายและสะสมพลังงาน โดยใช้ระบบเซลล์แสงอาทิตย์เป็นแหล่งจ่ายพลังงานหลัก.....	170

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
71. แสดงวงจรตัวอย่างของเซลล์แสงอาทิตย์ ในระบบใช้งานเดี่ยว.....	176
72. แสดงลักษณะของวงจร.....	179
73. แสดงลักษณะของวงจร.....	182
74. แสดงลักษณะของวงจร.....	183
75. แสดงแบบใช้มือทา (Hand lay-up).....	207
76. แสดงการผลิตไฟเบอร์กลาสแบบใช้มือทา.....	208
77. แสดงแบบใช้เครื่องพ่น (Spray-up).....	208
78. แสดงแบบใช้แม่แบบอัด (Matched molding).....	209
79. แสดงแบบอัดเหลว (Premix molding).....	210
80. แสดงแบบถุงอัดอากาศ (Pressure-bag molding).....	211
81. แสดงแบบถุงอัดอากาศ (Pressure-bag molding).....	211
82. แสดงแบบถุงสุญญากาศ (Vacuum-bag molding).....	212
83. แสดงแบบถุงสุญญากาศ (Vacuum-bag molding).....	212
84. แสดงแบบรีด.....	213
85. แสดงแบบฉีดตรงกลางและมีท่อดูดอากาศด้านข้าง.....	214
86. แสดงแบบฉีดด้านขวาที่ท่อดูดอากาศอยู่ด้านซ้าย.....	214
87. แสดงแบบฉีดด้านขวาที่ท่อดูดอากาศอยู่ตรงกลาง.....	215
88. แสดงภาพขยายของแม่แบบและเส้นทางของท่อดูดอากาศ.....	215
89. แสดงขั้นตอนผลิตแบบ RTM (Resin Transfer Molding).....	216
90. แสดงแบบหล่อเหวี่ยง.....	217
91. แสดงโครงสร้างการพันลวดคิชีซ์ชั้นท่อมอเตอร์.....	223
92. แสดงโครงสร้างการพันลวดคิชีซ์เชิษฐ์มอเตอร์.....	224
93. แสดงลักษณะโครงสร้างภายในคิชีซ์คอมเปาว์นมอเตอร์.....	225
94. แสดงการทำงานของระบบตั้งเวลา.....	228
95. แสดงตัวตั้งเวลาชนิดลบ (paoumotic timer).....	229
96. แสดงตัวตั้งเวลาอิเล็กทรอนิกส์ (electronic timer).....	229
97. แสดงเบริงแวนรส์มี.....	236

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
98. แสดงเบร้งรับแนวแกน.....	236
99. แสดงสวิตช์แบบโยก.....	241
100. แสดงสวิตช์แบบเลื่อน.....	241
101. แสดงสวิตช์แบบหมุน.....	241
102. แสดงหมุดย้ำที่นิยมใช้ทั่วไป.....	258
103. แสดงหัวของ pop pivot.....	259
104. แสดงการพับขอบของโลหะแผ่น เพื่อเพิ่มความแข็งแรง.....	260
105. แสดงตะเข็บรอยต่อแนวราบ.....	261
106. แสดง Sheet metal screw (แฉวบน) ชนิด A (แฉวกลาง) ชนิด B (แฉวล่าง) ชนิดพิเศษ.....	263
107. แสดง Machine bolt และ screw.....	264
108. แสดง Set screw แฉวบนชนิดหัวสี่เหลี่ยม.....	265
109. แสดง Thumb screw	266
110. แสดง Nut ชนิดต่าง ๆ.....	266
111. แสดงรูปร่างและชื่อของ BOLTS และ SCREW แบบพิเศษ.....	270
112. แสดงพฤติกรรมกรรมการเลี้ยงปลาน้ำจืด.....	280
113. แสดงการวางแฉวของกรวยปักไข่และถูรวมลูกปลา.....	281
114. แสดงอุปกรณ์การเพาะปักไข่ปลาตามชนิดของไข่.....	282
115. แสดงถังเพาะปักระบบน้ำไหล.....	282
116. แสดงรูปร่างลักษณะของบ่ออนุบาล.....	283
117. แสดงลักษณะของบ่ออนุบาลและท่อระบายน้ำ.....	284
118. แสดงรูปร่างลักษณะบ่ออนุบาลคอนกรีตแบบสี่เหลี่ยม.....	284
119. แสดงรูปร่างลักษณะบ่ออนุบาลคอนกรีตแบบรี.....	285
120. แสดงรูปร่างลักษณะของบ่อดิน.....	285
121. แสดงลักษณะของบ่อพักน้ำ.....	286
122. แสดงรูปร่างลักษณะบ่อดิน.....	287
123. แสดงรูปร่างลักษณะบ่อดินและส่วนประกอบ.....	287

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
124. แสดงรูปร่างลักษณะบ่อดินและส่วนประกอบ.....	288
125. แสดงแผนประจักษ์ระบายน้ำออก.....	288
126. แสดงแผนผังการวางผังบ่อโรงเพาะฟักและส่วนประกอบอื่น ๆ.....	289
127. แสดงเครื่องเติมออกซิเจนแบบส่งกำลังจากฝั่ง.....	293
128. แสดงเครื่องเติมออกซิเจนแบบกังหันลอยตัวบนน้ำ.....	296
129. แสดงเครื่องเติมออกซิเจนตีนน้ำแบบแกนแนวตั้ง.....	298
130. แสดงเครื่องเติมออกซิเจนแบบ AIR GUN.....	300
131. แสดงกังหันชัยพัฒนา รูปแบบ B	303
132. แสดงหลักการทำงานของกังหันน้ำชัยพัฒนา.....	304
133. แสดงกังหันน้ำชัยพัฒนา รูปแบบ A	306
134. แสดงกังหันน้ำชัยพัฒนา รูปแบบ B	307
135. แสดงการใช้งานของกังหันชัยพัฒนาในการบำบัดน้ำเสีย.....	308
136. แสดงเครื่องกลเติมอากาศระบบเป่าอากาศลงใต้น้ำและกระจายฟอง.....	309
137. แสดงชัยพัฒนาซูเปอร์ฟองแอร์.....	310
138. แสดงชัยพัฒนาเวนจูรี่.....	310
139. แสดงชัยพัฒนาแอร์เจท.....	311
140. แสดงเครื่องตีนน้ำชัยพัฒนา.....	312
141. แสดงการใช้งานของเครื่องตีนน้ำชัยพัฒนา.....	313
142. แสดงชัยพัฒนาไฮโดร.....	313
143. แสดงชัยพัฒนาไบโอ.....	314
144. แสดงชัยพัฒนาแอร์เจนใต้น้ำ.....	315
145. แสดงชัยพัฒนาคอมเพลส.....	316
146-150 SKETCH DESIGN.....	337-338
151-163 PRESENTATION.....	348-354
164-166 MODEL.....	354-355

บทที่ 1

บทนำ

เหตุผลในการนำเสนอโครงการ

นอกเหนือจากปัจจัยอื่น ๆ อีกหลายอย่างแล้วเป็นที่ยอมรับว่าในปัจจุบันเทคโนโลยีต่าง ๆ ได้เข้ามามีบทบาทในการพัฒนาชุมชนเป็นอย่างมาก เพราะเทคโนโลยีมีส่วนสำคัญในการส่งเสริมผลผลิตทั้งปริมาณและคุณภาพ ช่วยให้ประชากรมีรายได้เพิ่มมากขึ้นและช่วยพัฒนาความเป็นอยู่ให้ดีขึ้นได้ เทคโนโลยีอย่างหนึ่งซึ่งในปัจจุบันได้รับการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วและมีความสำคัญไม่น้อยต่อการพัฒนาชนบทก็คือ เทคโนโลยีที่เกี่ยวกับการพัฒนาพลังงานธรรมชาติหรือที่เรียกกันว่า “พลังงานทดแทน” นั่นเอง ปัจจุบันได้มีการคิดค้นวิธีการนำพลังงานธรรมชาติมาใช้เพื่อให้ได้ประโยชน์มากขึ้นและด้วยวิธีการหรือเทคโนโลยีนี้เอง ทำให้เราสามารถนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ผลิตไฟฟ้าโดยตรง โดยใช้สิ่งประดิษฐ์ที่เรียกว่า “เซลล์แสงอาทิตย์” (solar cell) และนำพลังงานแสงอาทิตย์มาทำน้ำร้อนได้ โครงการนี้มีเป้าหมายที่จะพัฒนาเทคโนโลยีดังกล่าวให้เกิดประโยชน์ ช่วยลดพลังงานไฟฟ้าและค่าน้ำในเชิงเศรษฐศาสตร์ และมีความเหมาะสมกับการพัฒนาเกษตรกรรม

วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อออกแบบปรับปรุงเครื่องเดิมออกซิเจนในน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์ใช้ในบ่อเลี้ยงปลาน้ำจืดสำหรับกลุ่มเกษตรกรผู้ประกอบการเลี้ยงปลาเป็นอาชีพหลัก

ที่มาของปัญหา

การเลี้ยงปลาน้ำจืดสำหรับกลุ่มเกษตรกรผู้มีอาชีพหลักเพื่อการผลิตส่งแก่ตลาด การค้าขนาดใหญ่หรือผลิตเพื่อส่งโรงงานแปรรูป จึงต้องใช้ต้นทุนในการผลิตสูงและพื้นที่ในการเลี้ยงปลามาก น้ำจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเลี้ยงปลาในบ่อเลี้ยงที่มีปลาเป็นจำนวนมาก ปริมาณออกซิเจนให้น้ำจึงไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของปลา อีกทั้งสิ่งปฏิกูลที่เกิดจากมูลของปลาและอาหารที่ให้มีผลเสียต่อสภาพน้ำในบ่อ ซึ่งต้องใช้ในการเลี้ยงปลาตลอด จึงทำให้ส่งผลเสียในด้านการเจริญเติบโตของปลา อีกทั้งการเพิ่มค่าใช้จ่ายในด้านการถ่ายเปลี่ยนน้ำ, น้ำดื่มเขิน และการใช้เครื่องเติมออกซิเจนที่ใช้กระแสไฟฟ้า หรือการใช้ระเหยน้ำพลังงานกระแสลมอาจไม่เพียงพอต่อความต้องการ

ปัญหาที่เกิดขึ้น

ภาพที่ 1

แสดงรูปแบบเครื่องเติมออกซิเจนพลังงานไฟฟ้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3

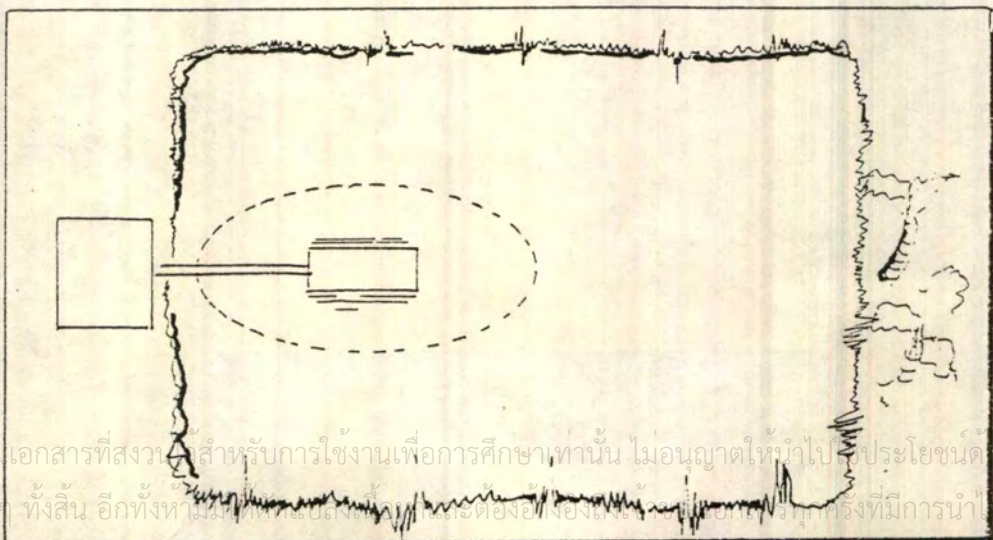
แสดงการติดตั้งเครื่องเดิมออกซิเจนไฟฟ้า



6. เนื่องจากรูปแบบของเครื่องเดิมออกซิเจนแบบเดิม ไม่มีส่วนครอบตัวเครื่อง ทำให้โครงสร้างจะต้องเจอกับสภาพดินฟ้าอากาศ ทำให้เกิดการผุกร่อนไม่เหมาะสมกับการใช้งาน

ภาพที่ 4

แสดงปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องเดิมออกซิเจนแบบเดิม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีข้อควรระวังในการใช้งานเครื่องที่มีการนำใบใช้

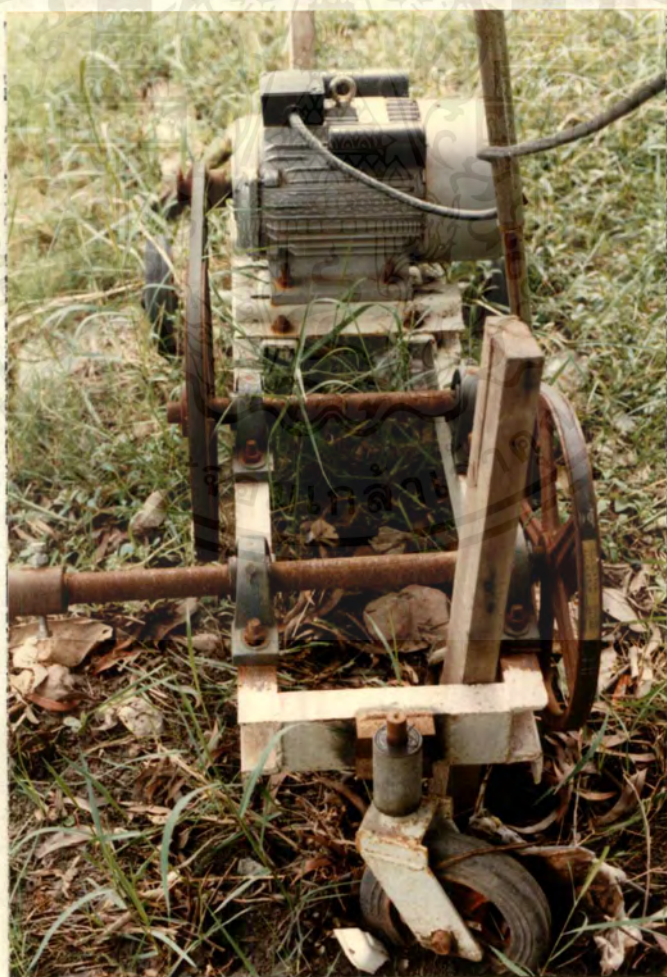
7. การติดตั้งที่ต้องเดินสายไฟไปยังแหล่งจ่ายไฟฟ้า ทำให้ไม่สามารถเคลื่อนย้ายตำแหน่งเครื่องเดิมออกซิเจนได้ ดังนั้น การเดิมออกซิเจนจึงอยู่ในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง ทำให้การเดิมออกซิเจนไม่ทั่วถึง

8. ในกรณีที่ไม่สามารถใช้ไฟฟ้าได้ก็ไม่สามารถเดินเครื่องได้ ทำให้ส่งผลเสียต่อการผลิต เมื่อเปรียบเทียบกับพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งมีพลังงานแสงอาทิตย์เกิดขึ้นทุก ๆ วัน

9. สถานที่ติดตั้งเครื่องฯ ไม่เหมาะสมกับภาวะแวดล้อม เพราะบริเวณที่ติดตั้งเครื่องมีวัชพืชขึ้นปกคลุม อาจทำให้เกิดความเสียหายกับเครื่องฯ ได้เพราะไม่มีส่วนป้องกันในจุดนี้

ภาพที่ 5

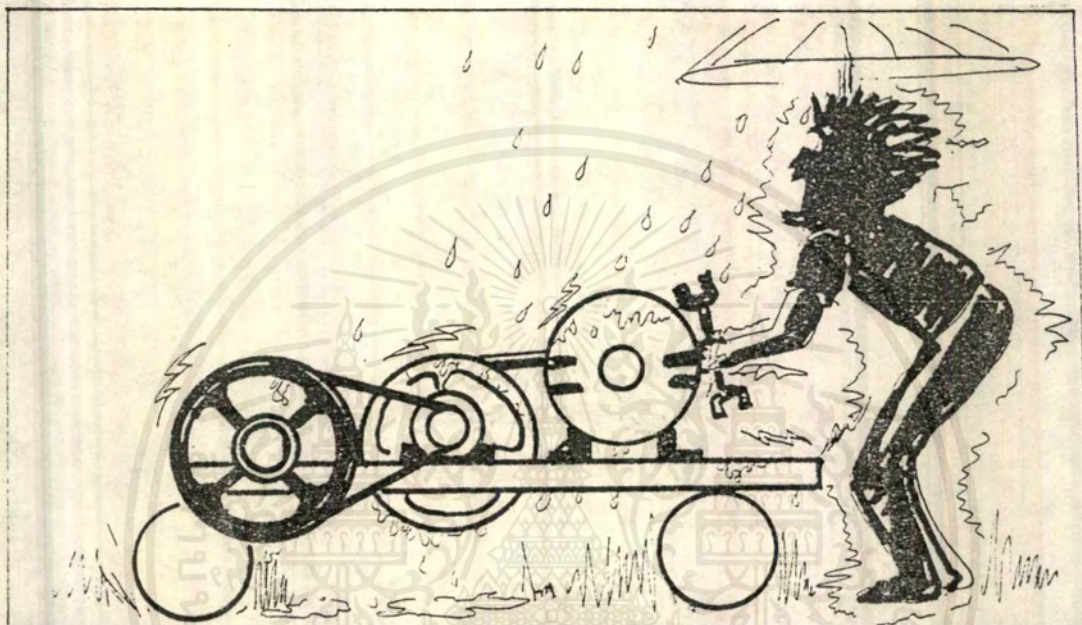
แสดงระบบส่งกำลังของเครื่องเดิมออกซิเจนไฟฟ้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6

แสดงปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องเติมออกซิเจนแบบเดิม



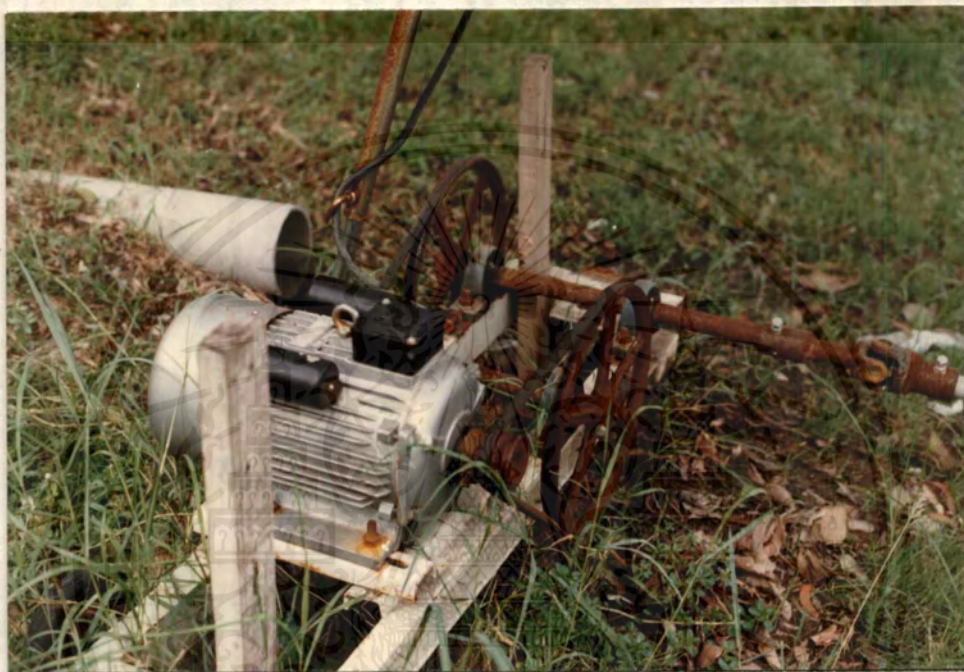
10. ในกรณีที่เกิดขัดข้องกับระบบกระแสไฟฟ้าไม่สามารถเช็คได้ว่ามีกระแสไฟฟ้า
ลัดวงจรหรือไม่ และอาจทำให้เกิดอันตรายแก่ผู้ใช้
11. การใช้ล้อเลื่อนในการเคลื่อนย้ายไม่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และทำให้ตัวเครื่อง
สั่นสะเทือนได้ง่าย จึงต้องใช้ไม้ค้ำเพื่อป้องกันการสะเทือนของเครื่อง
12. ลักษณะของระบบส่งกำลังที่จะต้องเจอกับสภาพดินฟ้าอากาศโดยตรง ทำให้
ระบบส่งกำลังมีประสิทธิภาพในการทำงานลดลง
13. การผลิตเครื่องฯ คำนึงถึงแต่เพียงการผลิตที่ใช้ต้นทุนต่ำ แต่ไม่คำนึงถึงการใช้
งานทำให้เครื่องไม่มีความทนทานเท่าที่ควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. การผลิตเครื่องฯ ที่ใช้ระบบพลังงานไฟฟ้าเป็นการปิดโอกาสแก่เกษตรกรที่อยู่ห่างไกลจากไฟฟ้า แต่มีต้นทุนในการประกอบกิจการ

ภาพที่ 7

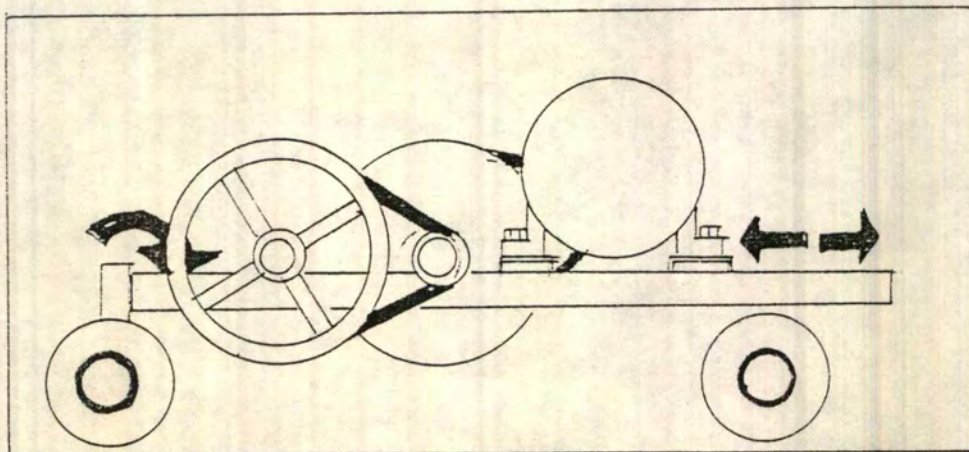
แสดงการส่งกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าของเครื่องฯ



15. ระบบส่งกำลังที่ปราศจากการป้องกันจากวัชพืชและสภาพภูมิอากาศ ความร้อนจากแสงแดดทำให้สายพานเกิดการสึกกร่อน อายุการใช้งานลดลง

ภาพที่ 8

แสดงปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องเดิมออกซิเจนแบบเดิม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16. ลักษณะของโครงสร้างที่มีขนาดเกินความจำเป็นของการวางระบบส่งกำลัง

17. มอเตอร์ไฟฟ้ามักมีปัญหาเกี่ยวกับการเกิดกระแสไฟฟ้าตก เพราะความชื้นของอากาศมีผลกระทบโดยตรง

ภาพที่ 9

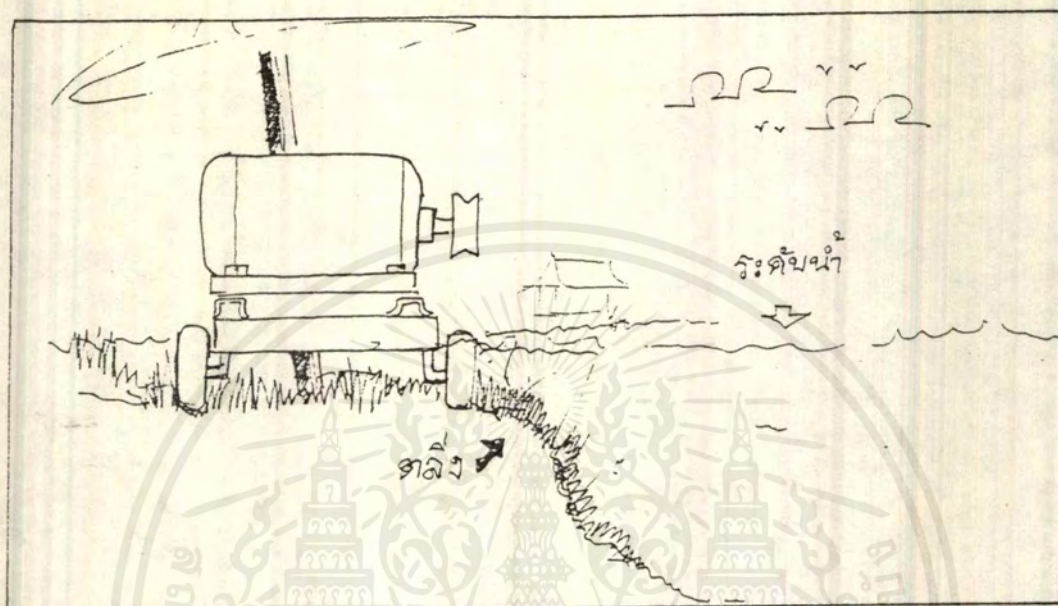
แสดงมอเตอร์ขนาด 3 แรงม้า ที่ใช้กับเครื่องฯ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 10

แสดงปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องเดิมออกซิเจนแบบเดิม



18. การติดตั้งมอเตอร์ที่อยู่ต่ำอาจเกิดผลเสียในที่น้ำล้นตลิ่งหรือท่วม อาจทำให้เกิดไฟฟ้าช็อต เนื่องจากน้ำเข้าเครื่องฯ ได้

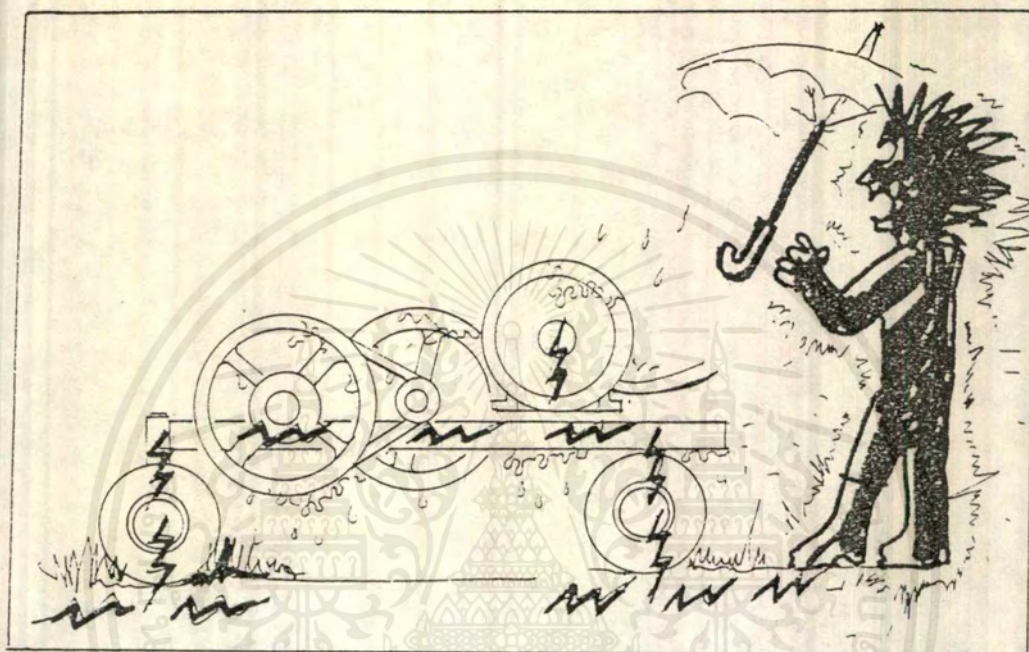
ภาพที่ 11

แสดงการยึดมอเตอร์กับโครงสร้าง



ภาพที่ 12

แสดงปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องเดิมออกซิเจนแบบเดิม



19. นี้อัดที่ชิดกับมอเตอร์โครงสร้างขึ้นสนิมจากสภาพความชื้นในอากาศ ทำให้ยากต่อการถอดซ่อมแซม
20. โครงสร้างที่มีได้ป้องกันด้วยวัสดุกันสนิมเมื่อใช้ไปเป็นระยะเวลานาน อาจทำให้เกิดการผุกร่อนได้
21. ไม่มีวัสดุที่ป้องกันไฟฟ้ารั่วจากมอเตอร์ลงสู่พื้นดิน
22. การใช้โครงสร้างไม่ได้ผ่านการศึกษาวัดที่นำมาใช้ให้เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 13

แสดงการยึดมู่เหล็กกับโครงสร้าง

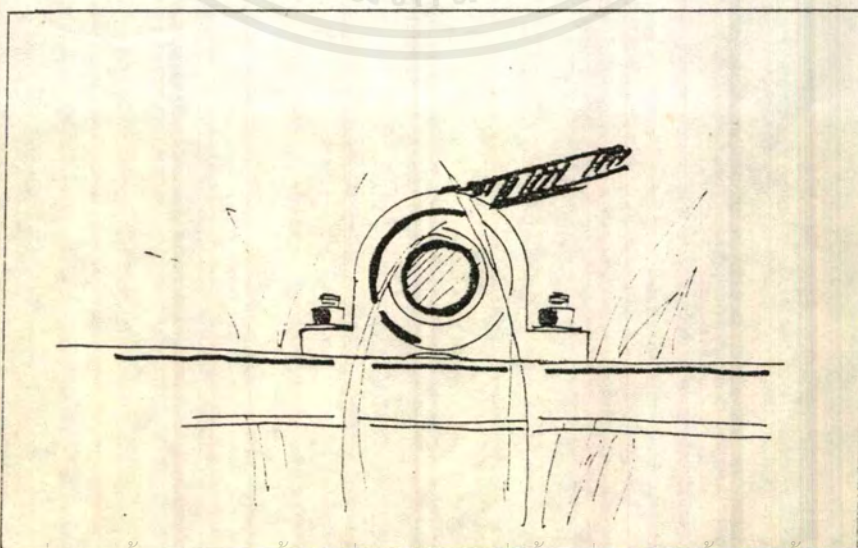


23. วัสดุที่ใช้ไม่สามารถทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศทำให้อายุการใช้งานลดน้อยลง

24. การวางมู่เหล็กที่อยู่ในระดับต่ำ ทำให้จะประสบปัญหาที่จะเกิดขึ้นจากวัชพืชได้ง่าย

ภาพที่ 14

แสดงปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องเติมออกซิเจนแบบเดิม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 15

แสดงตัวจุดหมุนของแกนเบี้ยว



ในการปั่น

25. การจุดโดยใช้แกนขนาดยาวลงสู่ น้ำอาจมีข้อจำกัดในเรื่องปริมาณความสามารถ

26. ตัวจุดเอียงวัสดุขึ้นสนิมได้ง่าย ทำให้เกิดความฝืดและสูญเสียพลังงาน

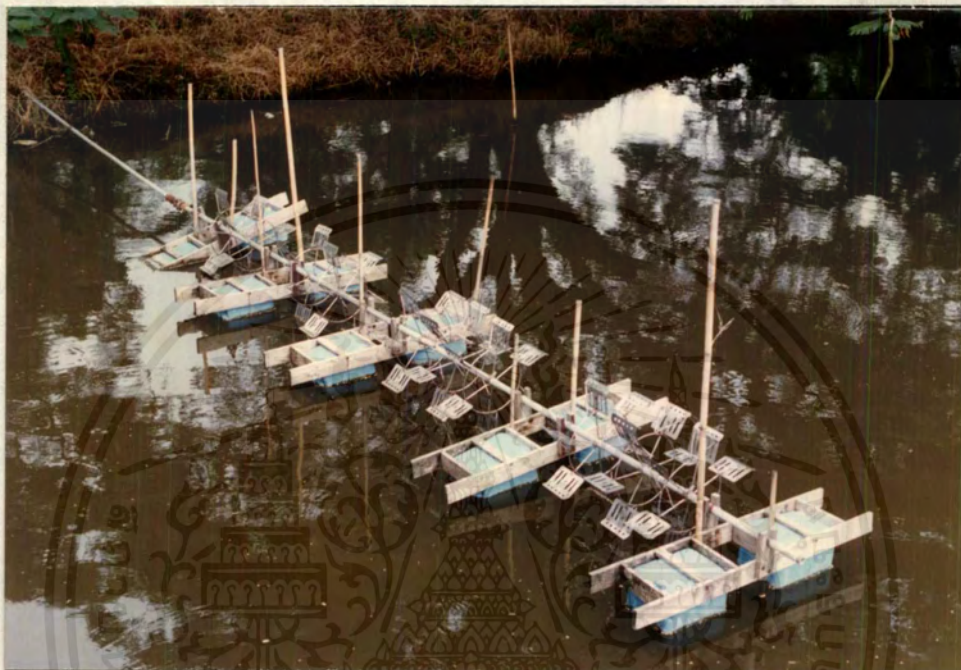
ภาพที่ 16

แสดงการยึดติดตัวเครื่องเดิมออกซิเจนในน้ำ



ภาพที่ 17

แสดงการส่งกำลังจากฝั่งสู่กลางน้ำ



27. การวางทุ่นลอยน้ำโดยใช้เกลลอนลอยน้ำจับด้วยไม้แน่นหนา ทำให้ไม่ได้รับความ

สมคุลย์

28. วัสดุทำทุ่นลอยมีความเสื่อง่ายเมื่อโดนแสงแดดนาน ๆ

29. การยึดให้อยู่กับที่โดยใช้ไม้ปักยึดอยู่กับบ่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางการแก้ปัญหา

1. ศึกษาการใช้ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ที่จะนำมาทดแทนการใช้พลังงานไฟฟ้า ความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์และความเหมาะสมกับการนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้ให้เกิด ประโยชน์ ผลดี ผลเสีย และผลกระทบที่เกิดขึ้น .
2. ศึกษาสภาพแวดล้อมที่เกิดผลกระทบกับเครื่องเติมออกซิเจน เป็นแนวทางใน การวิเคราะห์เลือกใช้วัสดุที่เหมาะสม
3. ศึกษากระบวนการสร้างการทำงานที่เหมาะสมกับการใช้งาน และลักษณะการทำงาน
4. ศึกษาวัสดุและหลักการทางวิชาการระบบที่เหมาะสมกับการออกแบบเครื่อง เติมออกซิเจนในน้ำ
5. ศึกษาความต้องการในการใช้งานและความจำเป็นตามลักษณะพื้นที่การใช้งาน เพื่อนำมาปรับปรุงให้เหมาะสม
6. ศึกษาการวางตำแหน่งระบบการทำงานที่เหมาะสมเป็นแนวทางในการออกแบบ

ขอบเขตการศึกษาข้อมูล

1. ศึกษากลุ่มผู้เลี้ยงปลาน้ำจืด ผู้ประกอบอาชีพหลัก
2. ศึกษากระบวนการเลี้ยงปลาน้ำจืดในบ่อเลี้ยงปลา
3. ศึกษาการใช้ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ทดแทนการใช้พลังงานไฟฟ้า
4. ศึกษาที่ใช้ในการเลี้ยงปลาน้ำจืด
5. ศึกษากระบวนการบำบัดน้ำเสียโดยใช้เครื่องเติมออกซิเจนในน้ำเชิงวิชาการทาง กายภาพ
6. ศึกษาแหล่งพื้นที่การประกอบกิจการเลี้ยงปลาน้ำจืด
7. ศึกษาสภาพภูมิอากาศตามแหล่งพื้นที่การใช้งาน
8. ศึกษารูปแบบผลิตภัณฑ์เดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ม/พ.
พ.๕๕๕ ค
๒๕๓๙

15

9. ศึกษาผลิตภัณฑ์ข้างเคียง
10. ศึกษาพฤติกรรมการณ์เลี้ยงปลา
11. ศึกษาพฤติกรรมการณ์ใช้งานผู้ใช้
12. ศึกษาสภาพเศรษฐกิจของผู้ใช้
13. ศึกษาผลดี ผลเสีย ผลกระทบต่อโครงการ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเรื่อง
 - การเลี้ยงปลาน้ำจืด
 - กระบวนการเลี้ยงปลาน้ำจืด
 - กลุ่มผู้เลี้ยงปลาน้ำจืด
 - ระบบพลังงานแสงอาทิตย์
 - ข้อมูลเกี่ยวกับการทำโครงการ
 - ข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบ
2. กำหนดวัตถุประสงค์ในการทำโครงการ
3. ศึกษาถึงปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางการแก้ปัญหา
4. ศึกษาขอบเขตการศึกษาข้อมูล
5. สรุปข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูล
6. สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทำการออกแบบ
7. การออกแบบ

SKETCH DESIGN

WORKING DRAWING

PRESENTATION

MODEL

1574

021343

ขอบเขตของการออกแบบ

ออกแบบปรับปรุงเครื่องเดิมออกซิเจนในน้ำแบบผิวน้ำ ใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ ทดแทนพลังงานไฟฟ้าเดิมใช้ในบ่อเลี้ยงปลาขนาดใหญ่ สำหรับกลุ่มเกษตรกรผู้ประกอบการ เลี้ยงปลาน้ำจืดเป็นอาชีพหลัก หรือเลี้ยงเพื่อผลิตส่งขายแก่ตลาดการค้าขนาดใหญ่

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ช่วยเพิ่มคุณภาพการผลิตการเลี้ยงปลาน้ำจืด และลดต้นทุนการผลิตในโครงการ ระยะยาวเป็นการใช้เทคโนโลยีเกี่ยวกับการพัฒนาพลังงานธรรมชาติหรือพลังงานทดแทนให้เกิด ประโยชน์ ส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยีทางการเกษตร อีกทั้งยังช่วยประหยัดทรัพยากรในทาง อ้อม และไม่เกิดมลภาวะที่เป็นพิษ

บทที่ 2

วรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

นโยบายรัฐบาลต่อการประมงน้ำจืด (ศักดิ์ชัย ชูโชติ 2536 : หน้า 3-6)

ในปัจจุบันรัฐบาลได้ให้ความสำคัญต่อการประมงน้ำจืด ไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าการประมงทะเล ทั้งนี้ เพราะว่าสัตว์น้ำจืดเป็นแหล่งอาหารโปรตีนสำหรับประชาชนที่อาศัยอยู่ตามชนบท ซึ่งห่างไกลจากทะเล และยังเป็นอาชีพเสริมของผู้จับสัตว์น้ำรายย่อยอีกด้วย

1. แนวทางในการอนุรักษ์ และส่งเสริมการประมงน้ำจืด สรุปได้ดังนี้ คือ

1.1 รัฐบาลได้ดำเนินการควบคุมการทำการประมงในอ่างเก็บน้ำ หนอง บึง ขนาดใหญ่ โดยการกำหนดเครื่องมือการประมงที่เหมาะสม และห้ามทำการประมงในบางฤดู จัดตั้งโครงการต่าง ๆ เพื่ออนุรักษ์พันธุ์สัตว์น้ำ ทั้งโดยตรงและทางอ้อม เช่น โครงการประมงโรงเรียน โครงการประมงหมู่บ้าน โครงการบำรุงพันธุ์ปลาแบบประชาอาสา โครงการพัฒนาชนบท โครงการพัฒนาในเขตเพื่อความมั่นคง โครงการพระราชดำริ โครงการเหล่านี้ยังมีวัตถุประสงค์ที่จะสอนให้ประชาชนทั่วไปรู้จักรัก และหวงแหนทรัพยากรสัตว์น้ำอีกด้วย

1.2 รัฐบาลมีโครงการบูรณะแหล่งน้ำธรรมชาติขนาดเล็กเพื่อการประมง โดยปรับปรุงแหล่งน้ำขนาดเล็ก ซึ่งมีสภาพเสื่อมโทรมให้อยู่ในสภาพที่สามารถใช้เป็นแหล่งเพิ่มผลผลิตสัตว์น้ำ และแพร่พันธุ์สัตว์น้ำ สำหรับการพัฒนาการประมงในแหล่งน้ำขนาดใหญ่ ได้ดำเนินการที่บึงบอระเพ็ด หนองหาน และกว๊านพะเยา นอกจากนี้ ยังได้ผลิตพันธุ์สัตว์น้ำจืด เพื่อปล่อยในแหล่งน้ำธรรมชาติ และแหล่งน้ำที่สร้างขึ้นอีกด้วย

1.3 รัฐบาลได้เน้นการพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ทั้งสัตว์น้ำทะเล สัตว์น้ำจืด และสัตว์น้ำกร่อย เพื่อทดแทนผลผลิตจากธรรมชาติ และเพื่อเป็นอาชีพทดแทน สำหรับผู้ที่จะต้องออกจากการทำประมงอวนลาก ตลอดจนเป็นรายได้เสริมสำหรับชาวประมงขนาดเล็ก และประชาชนที่อาศัยในชนบท สำหรับสัตว์น้ำที่มีราคาสูงหรือมีปริมาณมาก ก็สามารถส่งออกไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศ เพื่อนำเงินตราเข้าประเทศได้อีกด้วย

โอกาสการเพิ่มผลผลิตของการประมงน้ำจืด

ในสภาพปัจจุบันและอนาคตการประมงน้ำจืดจะยังมีบทบาทสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศมากขึ้น ซึ่งเห็นได้จากปริมาณและมูลค่าของผลผลิตสัตว์น้ำจืด มีแนวโน้มสูงขึ้น

อีกทั้งโอกาสการเพิ่มผลผลิตสัตว์น้ำจืดของประเทศไทย ยังสามารถขยายตัวได้อีกมาก มีเหตุผลสนับสนุนหลายประการ คือ

1. ประเทศไทยยังมีพื้นที่อีกมาก ซึ่งสามารถจะนำมาใช้เป็นปัจจัยในการผลิตสัตว์น้ำจืด เช่น ที่ดินบางแห่งที่ใช้เพาะปลูกมาเป็นเวลานาน ทำให้ความอุดมสมบูรณ์เสื่อมลง ให้ผลผลิตในการเพาะปลูกต่ำ ที่ดินเหล่านี้สามารถดัดแปลงมาใช้ในการผลิตสัตว์น้ำจืดได้
2. ระบบการชลประทานของประเทศไทย มีการพัฒนาดีขึ้นเป็นลำดับเกือบทั่วประเทศ
3. เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืด มีความก้าวหน้าและมีประสิทธิภาพสูงขึ้นแทบทุกด้าน นับตั้งแต่การเพาะขยายพันธุ์ การอนุบาล อาหาร และการให้อาหาร การกำจัดปรสิต การรักษา และการป้องกันโรค
4. ผลผลิตทางเกษตรกรรมที่สำคัญบางอย่างราคาคงต่ำลง เช่น ข้าว ทำให้เกษตรกรที่เคยทำนาหันมาดัดแปลงพื้นที่นา เพื่อใช้ประกอบอาชีพการเลี้ยงสัตว์น้ำจืดมากขึ้นเป็นลำดับ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น ที่จังหวัดขอนแก่น อุรธานี และอุบลราชธานี องค์การอาหารและเกษตรแห่งประชาชาติ ให้ข้อสังเกตได้ว่า ในพื้นที่ 6.25 ไร่ ถ้าเกษตรกรเลี้ยงปลาแทนปลูกข้าว จะมีรายได้เพิ่มขึ้นถึง 10 เท่า
5. การประมงน้ำจืดเป็นอุตสาหกรรมที่ทำรายได้เป็นเงินตราต่างประเทศ โดยไม่ต้องนำวัสดุอุปกรณ์มาจากต่างประเทศมากเท่ากับการประมงทะเล
6. เกษตรกรสามารถเลือกได้ว่า จะทำโครงการเพาะขยายพันธุ์สัตว์น้ำจืดในระดับใด เนื่องจากมีวิธีที่เหมาะสมทั้งโครงการขนาดใหญ่ และโครงการขนาดเล็ก
7. ตลาดสัตว์น้ำจืดทั้งภายในและภายนอกประเทศ ยังสามารถขยายให้กว้างขวาง

ได้อีกมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานการณ์การประมงน้ำจืดของประเทศไทย

แต่ก่อนการประมงน้ำจืดของประเทศไทย มีลักษณะเป็นการประมงแบบยังชีพ ส่วนใหญ่จับสัตว์น้ำ เพื่อใช้บริโภคภายในครัวเรือนโดยจับสัตว์น้ำจากแม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง ห้วย เป็นต้น การทำการประมงน้ำจืด เพื่อมุ่งหวังค้าขายนั้นมีอยู่เฉพาะในแหล่งน้ำท่วม ตามบริเวณที่ราบลุ่มสองฝั่งแม่น้ำสายที่สำคัญ ๆ เช่น แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำป่าสัก แม่น้ำสะแกกรัง แม่น้ำลพบุรี แม่น้ำแม่กลอง เป็นต้น นอกจากนี้ ยังมีผลผลิตสัตว์น้ำที่ได้จากบ่อปล่อยสัตว์น้ำ ฟาร์ม ทุ่งนา และจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ผลผลิตสัตว์น้ำจืดจำนวนหนึ่งจะซื้อขายกัน เพื่อใช้บริโภคในท้องถิ่น ส่วนที่เหลือจะส่งไปจำหน่ายยังท้องที่อื่น ปัจจุบันแหล่งทำการประมงน้ำจืด บริเวณที่ราบลุ่มสองฝั่งแม่น้ำลดความสำคัญลงไป เนื่องมาจากการพัฒนาประเทศด้วย การสร้างเขื่อน อ่างเก็บน้ำ ฝายกั้นน้ำ และการบริหารระบบชลประทาน ทำให้พื้นที่น้ำท่วมบริเวณที่ราบลุ่มลดจำนวนลง ซึ่งมีผลกระทบต่อแหล่งวางไข่ และที่เลี้ยงตัวของสัตว์น้ำวัยอ่อนในธรรมชาติ รวมทั้งปัญหาภาวะสิ่งแวดล้อมของสัตว์น้ำเป็นพิษมากขึ้น ซึ่งมีสาเหตุมาจากแหล่งชุมชน แหล่งอุตสาหกรรม และแหล่งเกษตรกรรม ทำให้ปริมาณสัตว์น้ำจืดในธรรมชาติลดน้อยลงกรมประมง จึงได้พยายามหาวิธีการเพิ่มปริมาณสัตว์น้ำจืดด้วยโครงการต่าง ๆ เช่น นำพันธุ์ปลาชนิดต่าง ๆ พันธุ์กึ่งก้ามกราม ไปปล่อยในอ่างเก็บน้ำ เขื่อน และแหล่งน้ำต่าง ๆ โครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดใหญ่ โครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็ก โครงการประมงโรงเรียน โครงการประมงหมู่บ้าน โครงการบำรุงพันธุ์ปลาแบบประชาราษฎร์ โครงการต่าง ๆ ดังที่กล่าวนี้ มีวัตถุประสงค์จะแนะนำ ส่งเสริม และสนับสนุนให้เกษตรกรได้รู้จักการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การอนุรักษ์ทรัพยากรสัตว์น้ำ และรู้จักใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำที่มีอยู่ ให้เกิดประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพ

ปัจจุบันแหล่งการประมงน้ำจืดที่สำคัญ จึงเปลี่ยนจากบริเวณแหล่งน้ำท่วม และแม่น้ำลำคลองไปเป็น อ่างเก็บน้ำ เขื่อน หนอง บึงขนาดใหญ่ และการเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืด กิจกรรมเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืดกำลังขยายตัวเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับ จะเห็นได้จากจำนวนฟาร์มเลี้ยงปลาน้ำจืด มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นทุกปี และผลผลิตของฟาร์มเลี้ยงปลาน้ำจืดเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ

การตลาดปลาน้ำจืด

ผลผลิตปลาน้ำจืดของประเทศไทยในแต่ละปี มีไม่มากพอที่จะส่งเป็นสินค้าออก ปลาน้ำจืดของไทยมีน้อยชนิดที่ตลาดต่างประเทศต้องการ แต่ก็มีปลาน้ำจืดบางชนิดที่สามารถส่งไปจำหน่ายตลาดต่างประเทศไทยได้ เช่น ปลานุ่ทราย ปลาช่อน และปลาดุก ฉะนั้น ผลผลิตปลาน้ำจืดส่วนใหญ่จึงใช้บริโภคภายในประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในเขตพื้นที่ซึ่งอยู่ห่างไกลจากทะเล

1. ตลาดปลาน้ำจืดภายในประเทศ

ปลาน้ำจืดที่ขายอยู่ตามตลาดขายปลีกหรือตลาดสด มีอยู่ 2 ประเภท คือ ปลาที่ยังมีชีวิตอยู่หรือปลาเป็น และปลาที่ตายแล้ว ปลาเป็นที่นำมาขายในตลาด ได้แก่ ปลาช่อน ปลาดุก ปลาหมอไทย และปลาไหล ปลาเหล่านี้มีความอดทนต่อสภาวะที่มีออกซิเจนน้อย หรือขาดออกซิเจนได้นาน จึงสามารถนำมาจำหน่ายในลักษณะปลาเป็นได้ และผู้ซื้อมักนิยมบริโภคปลาเป็นเพราะว่า เมื่อนำมาปรุงอาหารจะได้รสชาติที่อร่อยกว่าปลาทาย ส่วนปลาทายที่นำมาจำหน่ายได้ในตลาด ได้แก่ ปลาเนื้ออ่อน ปลาตะเพียนขาว ปลากุร่าย และปลานิล เป็นต้น ตลาดปลาน้ำจืดส่วนใหญ่อยู่ในท้องถิ่น และจังหวัดใกล้เคียง จังหวัดที่อยู่รอบ ๆ กรุงเทพฯ เช่น สุพรรณบุรี อยุธยา อ่างทอง สิงห์บุรี ปทุมธานี นนทบุรี จะมีพ่อค้าแม่ค้าจำนวนหนึ่งนำปลาน้ำจืดจากจังหวัดเหล่านี้เข้ามาขายในตลาดสดของกรุงเทพฯ อย่างไรก็ตาม ได้มีการส่งปลาน้ำจืดบางส่วนเข้ามาจำหน่ายผ่านสะพานปลากรุงเทพมหานครด้วย นอกจากนี้ ยังมีพ่อค้ามารับซื้อปลาจากฟาร์มปลาในกรุงเทพฯ และจังหวัดใกล้เคียง เพื่อนำไปขายยังตลาดในจังหวัดภาคเหนือและภาคอีสานอีกด้วย ปลาน้ำจืดที่มีจำหน่ายอยู่ในตลาดได้มาจาก 2 แหล่ง คือ ปลาเลี้ยง และปลาที่จับได้จากแหล่งน้ำตามธรรมชาติ ลักษณะการจำหน่ายปลาเลี้ยง เจ้าของฟาร์มสามารถกระทำได้หลายวิธี เช่น ขายส่งปลาให้สะพานปลากรุงเทพมหานคร ขายให้คนกลางในท้องถิ่นหรือต่างท้องถิ่น ส่วนปลาที่จับได้จากแหล่งน้ำธรรมชาติ ผู้จับอาจจะนำไปขายเองในตลาด หรืออาจนำไปขายให้พ่อค้าหรือแม่ค้าเพื่อนำไปจำหน่ายในตลาดท้องถิ่น หรืออาจมีพ่อค้าคนกลางรวบรวมจากชาวประมงมาขายให้พ่อค้าขายส่ง เพื่อนำไปขายให้พ่อค้าขายปลีก

2. ตลาดปลาน้ำจืดต่างประเทศ

ปัจจุบันมูลค่าส่งออกปลาน้ำจืดไม่ถึงร้อยละ 1 ของสินค้าประมงที่ส่งออกทั้งหมด แต่ได้มีแนวโน้มที่จะส่งออกเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ปลาน้ำจืดที่สำคัญเพื่อการส่งออก ได้แก่ ปลาบู่ทราย มีตลาดที่สำคัญ คือ ฮองกง สิงคโปร์ และมาเลเซีย ขนาดของปลาบู่ทรายที่ตลาดต่างประเทศต้องการประมาณตัวละ 500 - 1,200 กรัม ลำเลียงส่งต่างประเทศ โดยวิธีใส่ถุงพลาสติกอัดออกซิเจน ส่งออกในรูปปลามีชีวิต ปลาอุกและปลาช่อนมีตลาดที่สำคัญ คือ สหรัฐอเมริกา ฝรั่งเศส ฮองกง และสิงคโปร์ ส่งออกในรูปของปลาแช่แข็ง โดยวิธีบรรจุในถุงพลาสติกเป็นตัว ๆ และเก็บไว้ในห้องเย็น ตั้งแต่ปลายปี 2534 ได้มีการเปิดตลาดการค้าปลาน้ำจืดที่สำคัญขึ้นอีกแห่งหนึ่ง คือ ประเทศญี่ปุ่น โดยเริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2534 ประเทศญี่ปุ่นได้สั่งนำเข้าปลาอุกบึกจาก ประเทศไทยเดือนละประมาณ 50 ตัน และในเดือนมกราคม 2535 เป็นต้นไป จะนำเข้าเดือนละประมาณ 200 ตัน ซึ่งเป็นที่คาดหวังว่า ถ้าประเทศญี่ปุ่นเป็นลูกค้าปลาน้ำจืดรายใหญ่ต่อไป ก็จะทำให้การเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืด และเศรษฐกิจของผู้ประกอบอาชีพการเลี้ยงปลาน้ำจืดมีความเจริญก้าวหน้า และมั่นคงมากขึ้น การส่งออกปลาอุกบึกถูกส่งไปในรูปของปลาแช่แข็ง โดยคัดแต่งเอาครีบและลำไส้ออก ปลาไหลญี่ปุ่นซึ่งสั่งซื้อจากปลาจากประเทศญี่ปุ่น และจีนนำมาเลี้ยงจนได้ขนาดตลาด แล้วส่งกลับไปขายที่ประเทศญี่ปุ่น นอกจากนี้ ยังมีการส่งปลาน้ำจืดออกในสภาพแปรรูป เช่น ปลาร้า ปลาดกแห้ง และปลาเค็มอีกด้วย

การตลาดปลาสวยงามน้ำจืด

ปลาสวยงามหรือปลาตู้ มีแหล่งผลิตและตลาดใหญ่อยู่ที่กรุงเทพฯ เช่น ตลาดนัดสวนจตุจักร ตลาด อตก. และมีร้านจำหน่ายปลาสวยงามให้เห็นอยู่ทั่วไป นอกจากนี้ ยังมีจำหน่ายในห้างสรรพสินค้าอีกด้วย ในต่างจังหวัดก็มีร้านจำหน่ายปลาสวยงามอยู่แทบทุกจังหวัด ปลาสวยงามที่ซื้อขายกันอยู่ในท้องตลาด มีทั้งพันธุ์พื้นเมืองของไทย และพันธุ์ปลาจากต่างประเทศที่สั่งเข้ามา ปลาสวยงามพันธุ์พื้นเมืองของไทย มีทั้งปลาที่นิยมใช้เป็นอาหารและปลาที่ไม่นิยมใช้เป็นอาหาร ปลาสวยงามพันธุ์ต่างประเทศบางชนิด เมื่อสั่งเข้ามาเพาะเลี้ยงในประเทศไทยได้ระยะเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนึ่งแล้ว สามารถส่งกลับออกไปขายยังตลาดต่างประเทศได้ ปลาสงวงามหรือปลาตู้ สามารถนำเงินตราจากต่างประเทศได้ปีละนับสิบล้านบาท ตลาดปลาสงวงามของไทยมีอยู่อย่างกว้างขวาง ทั้งในทวีปเอเชีย ยุโรป อเมริกา แอฟริกา และออสเตรเลีย ประเทศที่นำเข้าปลาสงวงามจากไทยที่สำคัญ ได้แก่ สหรัฐอเมริกา ฮองกง สิงคโปร์ ฝรั่งเศส อาร์เจนตินา แคนาดา อังกฤษ อิตาลี อุเวต ซาอุดีอาระเบีย โปแลนด์ และญี่ปุ่น

สถิติผลผลิตฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำจืด (กลุ่มสถิติและสารนิเทศการประมง 2537 : หน้า 1-10)

การสำรวจสถิติผลผลิตฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำจืดนี้ ทางกลุ่มสถิติและสารนิเทศการประมง กองเศรษฐกิจการประมง ได้ดำเนินการสำรวจเป็นประจำทุกปี โดยให้ครอบคลุมทุกจังหวัดที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดทั่วประเทศ รวม 73 จังหวัด โดยในปี 2535 นี้พอสรุปได้โดยสังเขปดังนี้

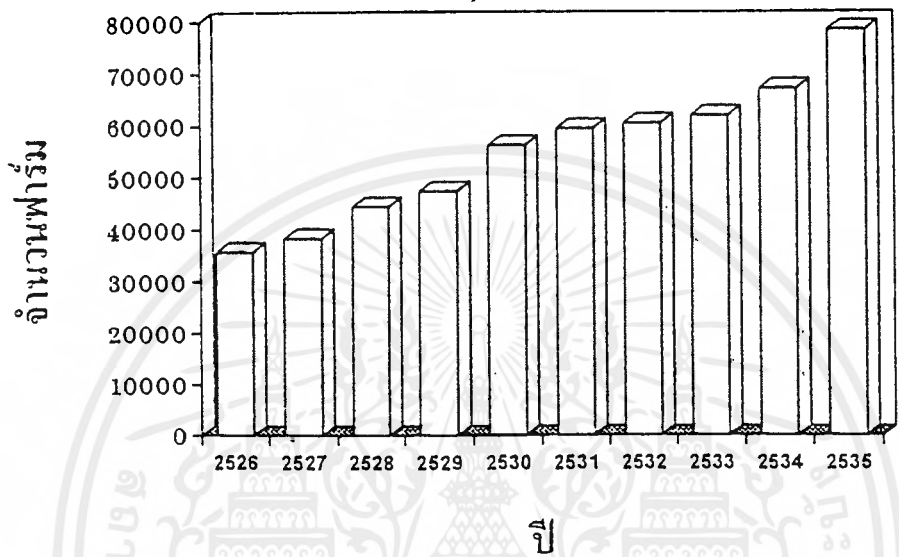
1. จำนวนฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำจืด

จำนวนฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำจืดใน 73 จังหวัดทั่วประเทศ มีผู้เลี้ยงสัตว์น้ำทั้งหมด 119,842 ราย (ฟาร์ม) ในปี 2535 นี้ ปรากฏว่ามีจำนวนผู้เลี้ยงสัตว์น้ำที่ให้ผลผลิตเพียง 78,473 ราย (ฟาร์ม) จำนวนฟาร์มเพิ่มขึ้นจากปี 2534 ร้อยละ 16.8 แยกเป็นผู้เลี้ยงสัตว์น้ำในบ่อ 69,444 ราย คิดเป็นร้อยละ 88.5 ของจำนวนผู้เลี้ยงสัตว์น้ำจืดที่ให้ผลผลิตทั้งหมด เพิ่มขึ้นจากปี 2534 ร้อยละ 18.0 เป็นผู้เลี้ยงสัตว์น้ำในนา 7,919 ราย คิดเป็นร้อยละ 10.1 ของจำนวนผู้เลี้ยงสัตว์น้ำจืดที่ให้ผลผลิตทั้งหมด เพิ่มขึ้นจากปี 2534 ร้อยละ 10.9 เป็นผู้เลี้ยงสัตว์น้ำในร่องสวน 602 ราย คิดเป็นร้อยละ 0.8 ของผู้เลี้ยงสัตว์น้ำจืดที่ให้ผลผลิตทั้งหมดเพิ่มขึ้นจากปี 2534 ร้อยละ 8.1 และเป็นผู้เลี้ยงสัตว์น้ำในกระชัง 508 ราย คิดเป็นร้อยละ 0.6 ของผู้เลี้ยงสัตว์น้ำที่ให้ผลผลิตทั้งหมด ลดลงจากปี 2534 ร้อยละ 20.7

ภาพที่ 18

แผนภูมิแสดงจำนวนฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำจืด ปี 2526-2535

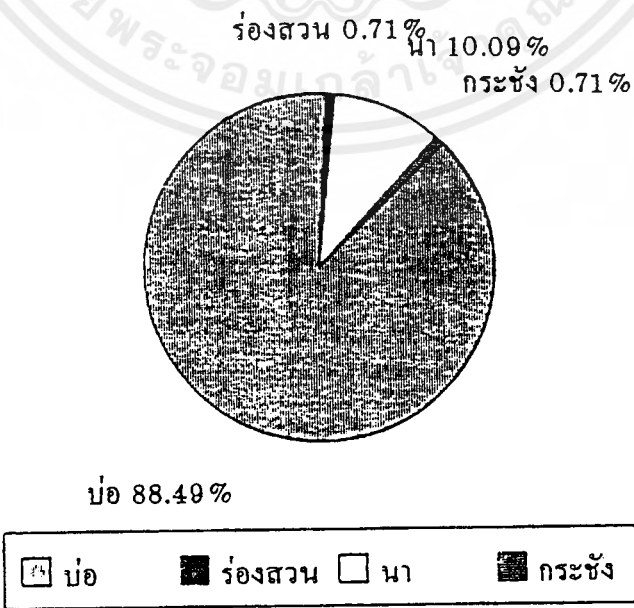
(Number of fish farms, 1983-1992)



ภาพที่ 19

แสดงจำนวนฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำจืด แยกตามประเภทการเลี้ยง ปี 2535

(Number of fish farms by type of culture, 1992)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการสังเกตและเปรียบเทียบจำนวนฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำจืดที่มีผลผลิตในแต่ละปี ระหว่างปี 2526-2535 จะเห็นว่า จำนวนฟาร์มเลี้ยงปลาจะเพิ่มขึ้นทุกปี ดังแผนภูมิที่ แสดงไว้ใน ตอนที่ 2 และตารางที่ 1

จังหวัดที่มีผู้เลี้ยงสัตว์น้ำจืดมากที่สุด ได้แก่ จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งมีผู้เลี้ยงสัตว์น้ำจืด ทั้งจังหวัดจำนวน 6,846 ราย มีฟาร์มที่ให้ผลผลิต 5,405 ราย คิดเป็นร้อยละ 6.9 ของผู้เลี้ยงสัตว์น้ำที่ให้ผลผลิตทั้งประเทศ แยกเป็นผู้เลี้ยงสัตว์น้ำในบ่อ 5,394 ราย คิดเป็นร้อยละ 99.8 ของผู้เลี้ยงสัตว์น้ำที่ให้ผลผลิตทั้งจังหวัด เป็นผู้เลี้ยงสัตว์น้ำในนา 9 ราย คิดเป็นร้อยละ 0.16 ของผู้เลี้ยงสัตว์น้ำที่ให้ผลผลิตทั้งจังหวัด และเป็นผู้เลี้ยงสัตว์น้ำในร่องสวน 2 ราย คิดเป็นร้อยละ 0.04 ของผู้เลี้ยงสัตว์น้ำที่ให้ผลผลิตทั้งจังหวัด

จังหวัดที่มีผู้เลี้ยงสัตว์น้ำจืดมาเป็นอันดับรองลงมา ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา มีจำนวนผู้เลี้ยงสัตว์น้ำทั้งจังหวัด 6,285 ราย แต่มีจำนวนฟาร์มที่ให้ผลผลิต 3,996 ราย คิดเป็นร้อยละ 5.1 ของผู้เลี้ยงสัตว์น้ำที่ให้ผลผลิตทั้งประเทศ แยกเป็นผู้เลี้ยงสัตว์น้ำในบ่อ 3,899 ราย ในนา 89 ราย ในร่องสวน 8 ราย

จังหวัดที่มีผู้เลี้ยงสัตว์น้ำจืดเป็นอันดับ 3 ได้แก่ จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งมีจำนวนผู้เลี้ยงสัตว์น้ำทั้งหมด 2,821 ราย เป็นฟาร์มที่ให้ผลผลิตทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 3.6 ของผู้เลี้ยงสัตว์น้ำที่ให้ผลผลิตทั้งประเทศแยกเป็นผู้เลี้ยงสัตว์น้ำในบ่อ 505 ราย เลี้ยงในนา 2,315 ราย เลี้ยงในร่องสวน 1 ราย

ตารางที่ 1

จำนวนฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำจืด ปี 2529-2535

Table I : Number of fishfarms 1986-1992

ประเภทของการเลี้ยง Type of culture	2529 (1986)	2530 (1987)	2531 (1988)	2532 (1989)	2533 (1990)	2534 (1991)	2535 (1992)
รวม (Total)	47,269	56,168	59,439	60,496	61,980	67,163	78,473
บ่อ (Pond)	39,015	48,027	51,025	52,126	53,552	58,824	69,444
นา (Paddy-field)	6,990	7,034	7,162	7,242	7,319	7,141	7,919
ร่องสวน (Ditch)	554	490	582	442	491	557	602
กระชัง (Cage)	710	617	670	686	618	641	508

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2

จำนวนฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำจืดในจังหวัดที่สำคัญ ปี 2529-2535

Table II : Number of fish farms in main Province 1986-1992

จังหวัด Province	2529 (1986)	2530 (1987)	2531 (1988)	2532 (1989)	2533 (1990)	2534 (1991)	2535 (1992)
นครราชสีมา (221)	3,286	3,504	3,941	3,938	4,870	4,742	3,996
อุดรธานี (269)	2,362	2,631	3,223	3,204	3,371	3,377	3,510
สมุทรปราการ (459)	2,966	2,915	2,828	2,824	2,825	2,833	2,821
เชียงราย (113)	1,745	2,086	2,341	2,279	2,523	2,595	2,739
ขอนแก่น (206)	5,311	4,287	5,560	4,267	3,097	2,768	2,732
หนองคาย (227)	1,490	1,527	1,960	1,895	2,073	2,197	2,477
สุพรรณบุรี (565)	883	3,401	3,945	1,816	1,661	1,920	2,353
อุบลราชธานี (272)	1,771	1,870	2,267	1,989	1,772	1,659	1,778
นครปฐม (519)	1,333	2,304	2,091	912	1,104	1,370	1,624
ฉะเชิงเทรา (408)	1,385	1,441	1,717	1,551	1,581	1,589	1,576
กรุงเทพมหานคร (301)	716	701	859	790	805	819	779

2. จำนวนหน่วยที่เลี้ยงสัตว์น้ำจืด

จำนวนหน่วย (จำนวน บ่อ, นา, ร่องสวนหรือกระชัง) ที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำในปี 2535 นี้ มีจำนวนทั้งประเทศ 174,377 หน่วย มีจำนวนที่ให้ผลผลิตอยู่ 116,980 หน่วย แยกเป็นเลี้ยงใน บ่อ 105,235 บ่อ หรือคิดเป็นร้อยละ 90.0 ของจำนวนหน่วยที่ให้ผลผลิตทั้งหมด เลี้ยงในนาจำนวน 8,486 แปลง หรือคิดเป็นร้อยละ 7.2 ของจำนวนหน่วยที่ให้ผลผลิตทั้งหมด เลี้ยงในร่องสวนจำนวน 2,344 ร่องสวน หรือคิดเป็นร้อยละ 2.0 ของจำนวนหน่วยที่ให้ผลผลิตทั้งหมด และเลี้ยงในกระชังจำนวน 915 กระชัง หรือคิดเป็นร้อยละ 0.8 ของจำนวนหน่วยที่ให้ผลผลิตทั้งหมด

จังหวัดที่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำจืดในบ่อมากที่สุด ได้แก่ จังหวัดเพชรบูรณ์ มีจำนวน บ่อเลี้ยงสัตว์น้ำทั้งหมด 7,311 บ่อ คิดเป็นร้อยละ 6.9 ของจำนวนบ่อที่ให้ผลผลิตทั้งหมด รองลงมาได้แก่ จังหวัดมหาสารคาม มีจำนวนนาปลา 973 แปลง หรือคิดเป็นร้อยละ 11.5 ของจำนวนที่

นาที่ให้ผลผลิตทั้งหมด รองลงมาเป็นอันดับ 3 ได้แก่ จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งมีที่นาเฉลี่ยทั้งสิ้น 898 แปลง หรือคิดเป็นร้อยละ 10.5 ของจำนวนที่นาที่ให้ผลผลิตทั้งหมด

จังหวัดที่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำจืดในร่องสวนมากที่สุด ได้แก่ จังหวัดนครสวรรค์ มีจำนวนร่องสวน 960 ร่องสวน หรือคิดเป็นร้อยละ 41.0 ของจำนวนร่องสวนที่ให้ผลผลิตทั้งหมด จังหวัดรองลงมาได้แก่ จังหวัดฉะเชิงเทรา มีจำนวนร่องสวนทั้งหมด 468 ร่องสวน หรือคิดเป็นร้อยละ 20.0 ของจำนวนร่องสวนที่ให้ผลผลิตทั้งหมด และรองลงมาเป็นอันดับ 3 ได้แก่ จังหวัดเชียงราย มีจำนวนร่องสวนทั้งหมด 104 ร่องสวน หรือคิดเป็นร้อยละ 4.4 ของจำนวนร่องสวนที่ให้ผลผลิตทั้งหมด

จังหวัดที่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำจืดในกระชังมากที่สุด ได้แก่ จังหวัดนครสวรรค์ มีจำนวนกระชังทั้งหมด 482 กระชัง หรือคิดเป็นร้อยละ 52.7 ของจำนวนกระชังที่ให้ผลผลิตทั้งหมด จังหวัดรองลงมาได้แก่ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีจำนวนกระชังทั้งหมด 147 กระชัง หรือคิดเป็นร้อยละ 16.1 ของจำนวนกระชังที่ให้ผลผลิตทั้งหมด รองลงมาเป็นอันดับ 3 ได้แก่ จังหวัดอุทัยธานี มีจำนวนกระชังทั้งหมด 79 กระชัง คิดเป็นร้อยละ 8.6 ของจำนวนกระชังที่ให้ผลผลิตทั้งหมด

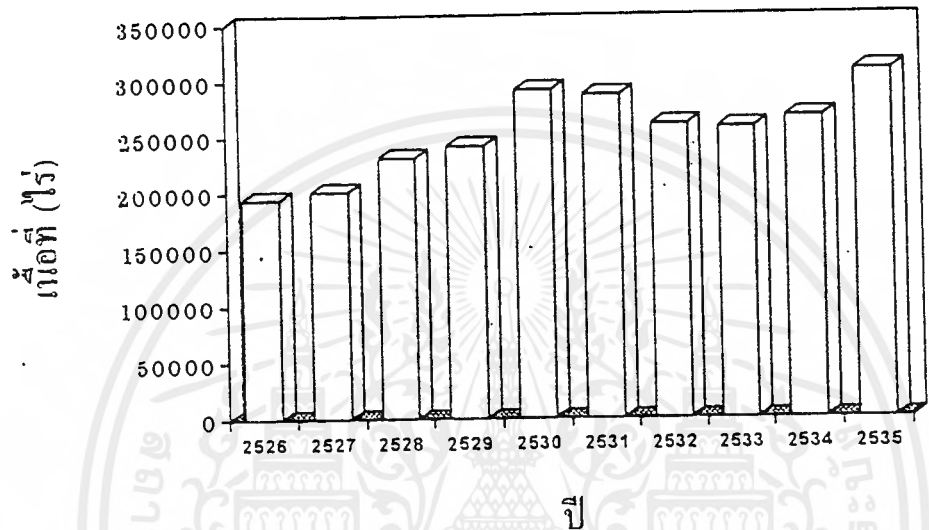
3. เนื้อที่เลี้ยงสัตว์น้ำจืด

เนื้อที่ที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำจืดทั่วประเทศ มี 363,606 ไร่ ในปี 2535 นี้เป็นเนื้อที่ที่ให้ผลผลิต 308,135 ไร่เท่านั้น นอกนั้นเป็นเนื้อที่ของฟาร์มใหม่เพิ่งเริ่มเลี้ยงและฟาร์มเก่าที่ไม่มีผลผลิต เนื้อที่ที่ให้ผลผลิตนี้เพิ่มขึ้นจากปี 2534 ร้อยละ 15.6 แยกเป็นเนื้อที่ที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำในบ่อ 158,468 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 51.43 ของเนื้อที่ที่ให้ผลผลิตทั้งหมด เป็นเนื้อที่ที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำในนา 148,589 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 48.22 ของเนื้อที่ที่ให้ผลผลิตทั้งหมด เป็นเนื้อที่ที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำในร่องสวน 1,054 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 0.34 ของเนื้อที่ที่ให้ผลผลิตทั้งหมด และเป็นเนื้อที่ที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำในกระชัง 24 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 0.01 ของเนื้อที่ที่ให้ผลผลิตทั้งหมด

ภาพที่ 20

แผนภูมิแสดงเนื้อที่ที่เลี้ยงสัตว์น้ำจืด (เฉพาะที่ให้ผลผลิต) ปี 2526-2535

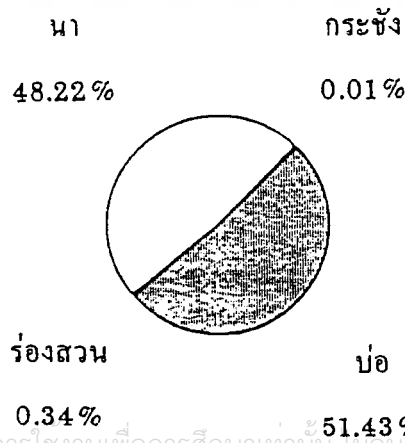
(Area of fish farms (Having product) 1983-1992)



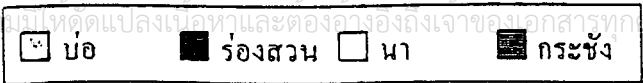
ภาพที่ 21

แผนภูมิแสดงเนื้อที่ที่เลี้ยงสัตว์น้ำจืด (เฉพาะที่ให้ผลผลิต) แยกตามประเภทการเลี้ยง ปี 2535

(Area of fish farms by type of culture, 1992)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จังหวัดที่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำจืดมากที่สุด ได้แก่ จังหวัดสมุทรปราการ มีเนื้อที่ที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำที่ให้ผลผลิตทั้งจังหวัดถึง 96,096 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 31.2 ของเนื้อที่ทั้งหมด และเนื้อที่ส่วนใหญ่เป็นเนื้อที่ที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำในนา (นาปลา) คือ มีประมาณ 87,304 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 90.9 ของเนื้อที่ที่ให้ผลผลิตทั้งจังหวัด ร้อยละ 92.6 ของเนื้อที่ที่ใช้เลี้ยงในนา เป็นเนื้อที่ที่ใช้เลี้ยงปลาสด (80,876 ไร่) ส่วนจังหวัดที่มีเนื้อที่ที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำมากรองลงมา ได้แก่ จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งมีเนื้อที่เลี้ยงทั้งจังหวัด 32,871 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 10.7 ของเนื้อที่ทั้งหมด เนื้อที่ส่วนใหญ่จะใช้เลี้ยงจะเลี้ยงสัตว์น้ำในนา (นาปลา) มีประมาณ 29,454 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 89.6 ของเนื้อที่ทั้งจังหวัด ร้อยละ 91.9 ของเนื้อที่ที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำในนาคือเป็นเนื้อที่ที่ใช้เลี้ยงปลาสด (27,085 ไร่) สำหรับจังหวัดที่มีเนื้อที่เลี้ยงสัตว์น้ำมากที่สุดเป็นอันดับ 3 คือ จังหวัดสุพรรณบุรี มีเนื้อที่ที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำทั้งจังหวัด 20,945 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 6.8 ของเนื้อที่ทั้งหมด ส่วนใหญ่เป็นเนื้อที่ที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำในบ่อ มีเนื้อที่ที่ใช้เลี้ยง 20,912 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 99.8 ของเนื้อที่ที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำที่ให้ผลผลิตทั้งจังหวัด ร้อยละ 57.5 ของเนื้อที่ที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำในบ่อเป็นเนื้อที่ที่ใช้เลี้ยงกึ่งก้ามกราม (12,032 ไร่)

ตารางที่ 3

เนื้อที่ที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำจืดแยกตามประเภทการเลี้ยง ปี 2529-2535

Table III : Area of fish farms by type of culture 1986-1992

ประเภทของการเลี้ยง Type of culture	2529 (1986)	2530 (1987)	2531 (1988)	2532 (1989)	2533 (1990)	2534 (1991)	2535 (1992)
รวม (Total)	241,169	290,964	286,450	260,233	257,269	266,552	308,135
บ่อ (Pond)	90,691	146,911	143,460	117,583	115,371	125,698	158,468
นา (Paddy-field)	149,011	142,844	141,393	141,678	140,657	140,096	148,589
ร่องสวน (Ditch)	1,443	1,174	1,560	918	1,167	729	1,054
กระชัง (Cage)	24	21	27	54	74	29	24

ตารางที่ 4

เนื้อที่ที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำจืดในจังหวัดที่สำคัญ ปี 2529-2535

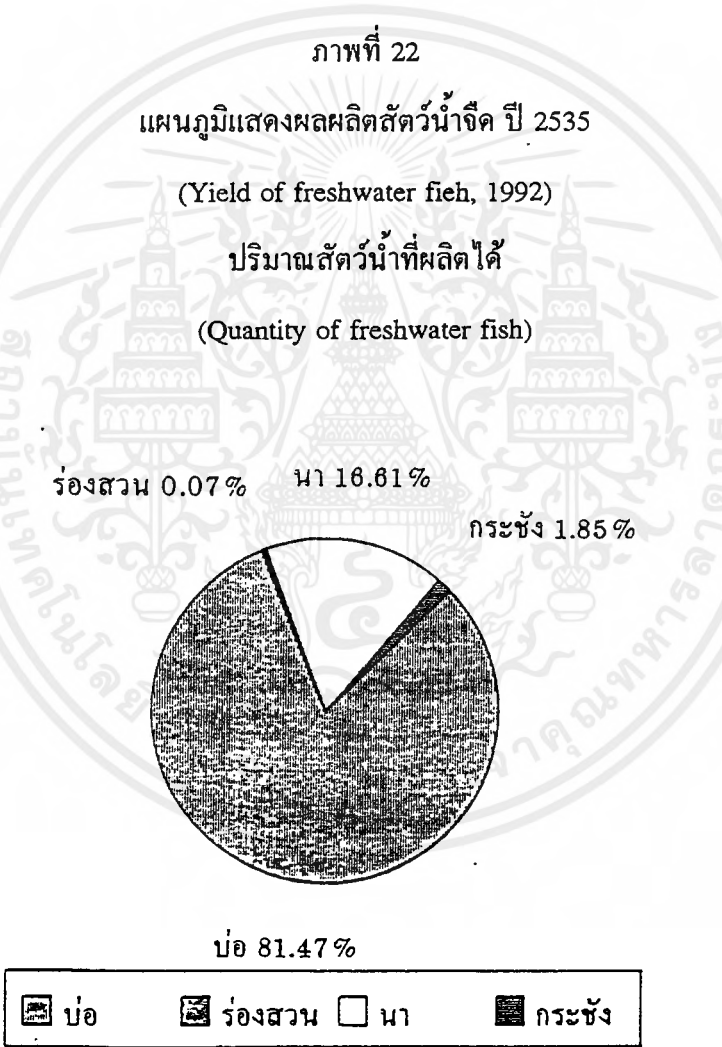
Table IV : Area of fish farms in main Province 1986-1992

จังหวัด Province	2529 (1986)	2530 (1987)	2531 (1988)	2532 (1989)	2533 (1990)	2534 (1991)	2535 (1992)
สมุทรปราการ (459)	98,832	96,673	96,096	96,066	96,096	96,096	96,096
ฉะเชิงเทรา (408)	33,593	32,099	32,640	33,047	33,031	32,871	32,871
สุพรรณบุรี (565)	7,770	39,538	33,708	15,993	13,895	18,209	20,945
กรุงเทพมหานคร (301)	11,694	11,230	11,525	12,868	12,727	12,587	12,704
นครปฐม (519)	13,707	28,143	19,569	6,461	8,033	11,290	16,270
ขอนแก่น (206)	10,083	8,047	8,846	8,848	7,771	6,504	6,504
สมุทรสาคร (561)	10,970	6,987	5,777	6,262	6,262	6,811	16,799
อุดรธานี (269)	4,298	4,875	5,494	5,802	6,141	6,119	6,401
หนองคาย (227)	3,128	3,193	3,317	4,208	4,346	4,244	5,911
เขียงราย (113)	2,526	2,954	3,194	3,064	3,641	3,526	4,134
อุบลราชธานี (272)	2,399	3,632	3,663	3,988	3,308	3,448	3,526
สกลนคร (256)	1,210	1,300	1,367	1,568	1,570	1,610	1,610

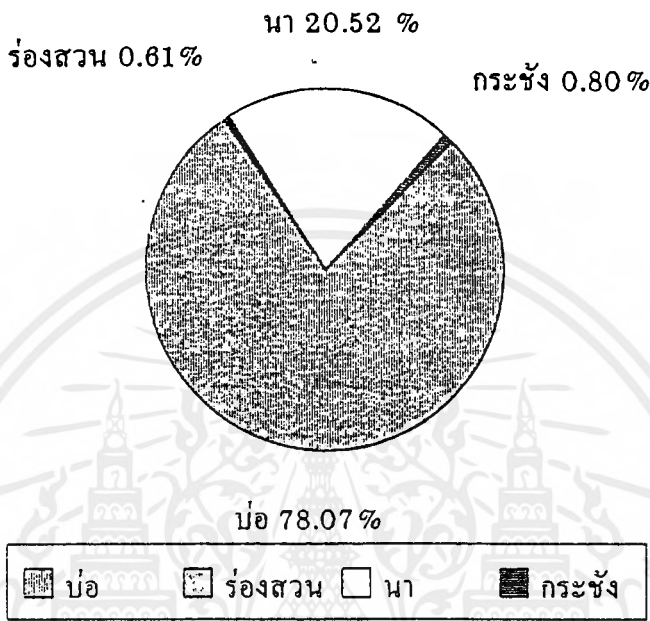
4. ผลผลิตของฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำจืด

ในปี 2534 นี้ ผลผลิตการเลี้ยงสัตว์น้ำจืดทั่วประเทศมีประมาณ 142,105 ตัน คิดเป็นมูลค่า 3,478 ล้านบาท เพิ่มขึ้นจากปี 2534 ร้อยละ 13.7 ผลผลิตต่อไร่เท่ากับปี 2534 คือ 0.46 ตันต่อไร่ แยกเป็นผลผลิตที่ได้จากการเลี้ยงสัตว์น้ำในบ่อ 110,945 ตัน คิดเป็นร้อยละ 78.1 ของผลผลิตทั้งหมด มีมูลค่าประมาณ 2,834 ล้านบาท หรือคิดเป็นร้อยละ 81.5 ของมูลค่าทั้งหมด เป็นผลผลิตที่ได้จากการเลี้ยงสัตว์น้ำในนา 29,160 ตัน หรือคิดเป็นร้อยละ 20.5 ของผลผลิต

ทั้งหมด และมีมูลค่าประมาณ 578 ล้านบาท หรือคิดเป็นร้อยละ 16.6 ของมูลค่าทั้งหมด เป็นผลผลิตที่ได้จากการเลี้ยงสัตว์น้ำในร่องสวน 861 ตัน หรือร้อยละ 0.6 ของผลผลิตทั้งหมด มีมูลค่าประมาณ 25 ล้านบาท หรือคิดเป็นร้อยละ 0.7 ของมูลค่าทั้งหมด และเป็นผลผลิตที่ได้จากการเลี้ยงสัตว์น้ำในกระชัง 1,138 ตัน คิดเป็นร้อยละ 0.8 ของผลผลิตทั้งหมด มีมูลค่าประมาณ 42 ล้านบาท หรือคิดเป็นร้อยละ 1.2 ของมูลค่าทั้งหมด



มูลค่าสัตว์น้ำที่ผลิตได้
(Value of freshwater fish)



ตารางที่ 5
ผลผลิตของฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำจืดแยกตามประเภทการเลี้ยง ปี 2530-2535

Table V : Production of fishfarms vy type of culture 1987-1992

ประเภทของการเลี้ยง Type of culture	2530 (1987)		2531 (1988)		2532 (1989)	
	ปริมาณ Quantity	มูลค่า Value	ปริมาณ Quantity	มูลค่า Value	ปริมาณ Quantity	มูลค่า Value
รวม (Total)	100,781	2,445,335	102,098	2,597,853	91,680	2,212,905
บ่อ (Pond)	65,687	2,030,644	76,289	2,126,009	65,295	1,706,570
นา (Paddy-field)	33,102	349,820	23,090	376,793	23,567	390,112
ร่องสวน (Ditch)	1,056	30,412	975	20,325	1,021	36,968
กระชัง (Cage)	936	34,459	1,744	74,726	1,797	79,255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table V : (Cont'd)

ประเภทของการเลี้ยง Type of culture	2533 (1990)		2534 (1991)		2535 (1992)	
	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า
	Quantity	Value	Quantity	Value	Quantity	Value
รวม (Total)	103,754	2,601,976	122,680	2,969,235	142,105	3,478,173
บ่อ (Pond)	72,781	1,874,661	94,578	2,348,400	110,945	2,833,656
นา (Paddy-field)	23,156	428,460	23,767	484,684	29,160	577,697
ร่องสวน (Ditch)	1,069	38,434	1,638	57,433	861	24,714
กระชัง (Cage)	6,748	260,421	2,697	78,718	1,139	42,106

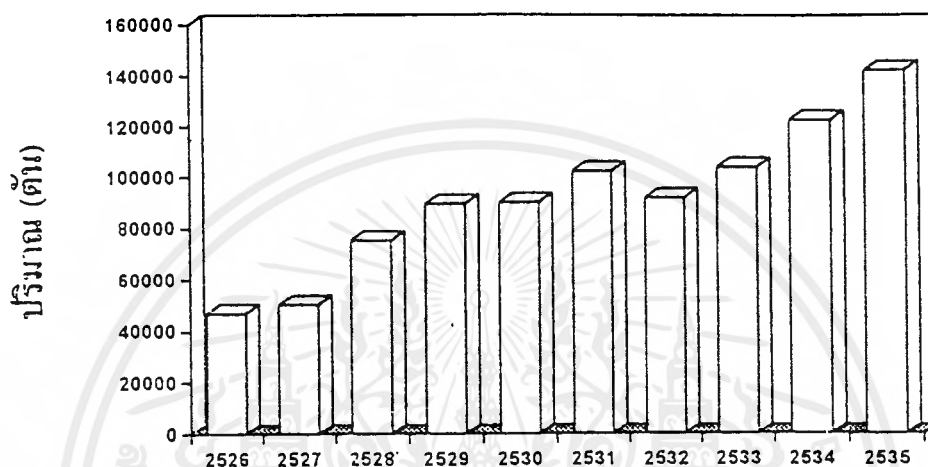
ผลผลิตของการเลี้ยงสัตว์น้ำระหว่างปี 2526-2535 เปรียบเทียบตัวเลขในแต่ละปี จะเห็นว่าผลผลิตจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งในปี 2532 ผลผลิตจะลดลงและจะเพิ่มขึ้นในปีต่อ ๆ มา

จังหวัดที่มีผลผลิตจากการเลี้ยงปลาน้ำจืดมากที่สุด ได้แก่ จังหวัดสมุทรปราการอีก เช่นเคย คือ สามารถผลิตปลาน้ำจืดได้ถึง 20,712 ตัน คิดเป็นร้อยละ 14.6 ของปริมาณการผลิตทั้งหมด เพิ่มขึ้นจากปี 2534 ร้อยละ 3.7 จังหวัดที่สามารถผลิตปลาน้ำจืดได้มากรองลงมา เป็นอันดับ 2 ได้แก่ จังหวัดกรุงเทพมหานคร สามารถผลิตได้ประมาณ 12,381 ตัน หรือคิดเป็น ร้อยละ 8.7 ของปริมาณการผลิตทั้งหมด จังหวัดที่ผลิตได้รองลงมาเป็นอันดับ 3 ได้แก่ จังหวัด นครปฐม ผลิตได้ประมาณ 11,135 ตัน หรือคิดเป็นร้อยละ 7.8 ของปริมาณการผลิตทั้งหมด

ภาพที่ 23

แผนภูมิแสดงผลผลิตของฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำจืด ปี 2526-2535

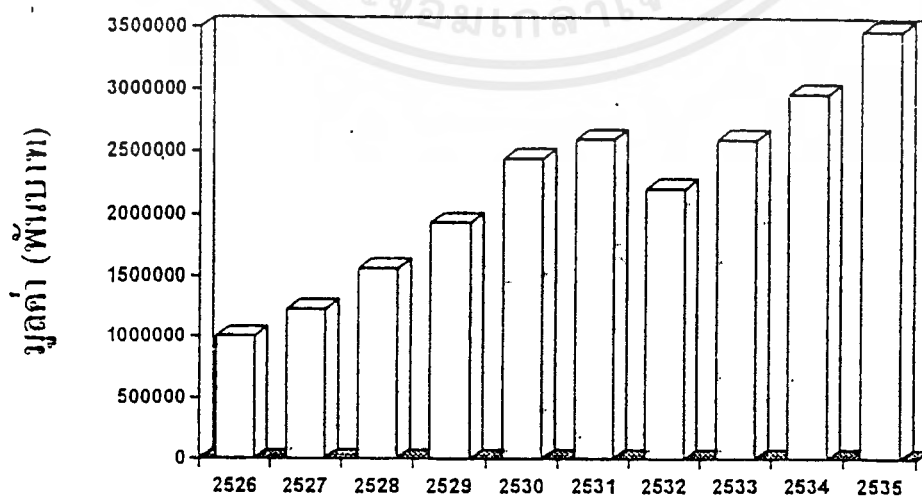
(Quantity of Freshwater Fish)



ภาพที่ 24

แผนภูมิแสดงมูลค่าผลผลิตของฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำจืด ปี 2526-2535

(Value of Freshwater Fish)



ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6

ผลผลิตการเลี้ยงปลาน้ำจืด จำแนกเป็นรายชนิด และตามประเภทการเลี้ยง ปี 2532

ปริมาณ : ตัน

ชนิดสัตว์น้ำ	ประเภทการเลี้ยง				
	รวม	บ่อ	ร่องสวน	นา	กระชัง
รวม	91,680	65,293	1,021	23,568	1,798
ปลานิล	21,115	15,598	199	5,317	1
ปลาไน	1,966	1,656	3	307	-
ปลาตะเพียน	13,370	11,138	187	2,045	-
ปลาสลิด	13,196	52	4	13,140	-
ปลาจีน	875	824	1	50	-
ปลาคู	12,382	12,028	6	348	-
ปลาช่อน	3,732	2,013	613	1,106	-
ปลาสวาย	13,539	12,524	4	1	1,010
ปลาหมอเทศ	1	1	0	-	-
ปลานุ้	494	1	-	-	493
ปลาแรด	6	1	-	-	5
ปลาชี่สกเทศ	965	898	2	65	-
ปลาฉลาม	3	2	-	1	-
ปลาไหล	0	0	-	-	-
ปลากระดี่	344	56	0	288	-
ปลาหมอไทย	1,013	140	1	872	-
ปลาชะโด	295	14	-	-	281
ปลากระบอก	0	-	0	-	-
ปลานวลจันทร์เทศ	217	208	-	9	-
ปลาอื่น ๆ	212	193	0	19	-
กุ้งก้ามกราม	7,949	7,944	1	-	4
กบ	6	2	-	-	4

ที่มา : ฝ่ายสถิติการประมง (2534)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ชนิดของสัตว์น้ำที่ผลิตได้

ในจำนวนสัตว์น้ำจืดที่ผลิตได้ทั้งหมด 142,105 ตัน คิดเป็นมูลค่า 3,478 ล้านบาท นั้น ปลานิล เป็นสัตว์น้ำที่สามารถผลิตได้มากที่สุด คือ ผลิตได้ถึง 43,935 ตัน หรือร้อยละ 30.9 ของปริมาณการผลิตทั้งหมด คิดเป็นมูลค่า 612 ล้านบาท หรือร้อยละ 17.6 ของมูลค่าสัตว์น้ำที่ผลิตได้ทั้งหมด สัตว์น้ำที่ผลิตได้มากรองลงมาจากปลานิล ได้แก่ ปลาดู ปลาตะเพียน มีการผลิตทั้งหมด 23,840 ตัน หรือคิดเป็นร้อยละ 16.8 ของปริมาณการผลิตทั้งหมด มีมูลค่า 499 ล้านบาท หรือคิดเป็นร้อยละ 14.3 ของมูลค่าสัตว์น้ำที่ผลิตได้ทั้งหมด สำหรับปลาที่ผลิตได้มากเป็นอันดับ 3 ได้แก่ ปลาดุก ผลิตได้ 23,775 ตัน หรือคิดเป็นร้อยละ 16.7 ของปริมาณการผลิตทั้งหมด มีมูลค่า 591 ล้านบาท หรือคิดเป็นร้อยละ 17.0 ของมูลค่าสัตว์น้ำที่ผลิตได้ทั้งหมด

นอกเหนือจากปลานิล ปลาดู ปลาตะเพียน และ ปลาดุกแล้ว ยังมีปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจที่ผลิตได้รอง ๆ ลงมา ได้แก่ ปลาสวาย ปลาสลิด กุ้งก้ามกราม และ ปลาช่อน ซึ่งสามารถผลิตได้ประมาณ 14,176 ตัน 12,959 ตัน 10,307 ตัน และ 4,715 ตัน ตามลำดับ มีมูลค่า 200 ล้านบาท 295 ล้านบาท 899 ล้านบาท และ 181 ล้านบาท ตามลำดับ สำหรับรายละเอียดของสัตว์น้ำต่าง ๆ ดูได้จากตารางสถิติในตอนที่ 2

การเลี้ยงปลาน้ำจืด (ศักดิ์ชัย ชูโชติ 2536 : หน้า 83-105)

1. ประเภทของการเลี้ยงปลา

การเลี้ยงปลาแบ่งตามลักษณะของการดำเนินงานได้เป็น 3 ประเภท คือ

1.1 การเลี้ยงปลาแบบธรรมชาติ (extensive)

การเลี้ยงปลาแบบธรรมชาติ เป็นการเลี้ยงปลาโดยอาศัยอาหารธรรมชาติที่มีอยู่ในบ่อ ปลาไม่มีการให้อาหารสมทบ ขาดการบำรุงรักษาและปรับปรุงผลผลิต ปล่อยให้เป็นไปตามธรรมชาติ ผลผลิตที่ได้ต่ำ แต่ผลผลิตจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากใช้พื้นที่การเลี้ยงมากขึ้น

1.2 การเลี้ยงปลาแบบเข้มข้น (intensive)

การเลี้ยงปลาแบบเข้มข้น เป็นการเลี้ยงปลาที่ต้องการผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่สูง จึงต้องเอาใจใส่ดูแล และนำวิธีการต่าง ๆ เข้าช่วยเพิ่มผลผลิต เช่น คัดเลือกชนิดปลาที่จะเลี้ยง ให้อาหารที่มีคุณภาพสูง บำรุงรักษาและปรับปรุงบ่อปลาอย่างดี ใส่ปุ๋ย ใช้อา และสารเคมีเพื่อกำจัดโรคและปรสิต ฯลฯ

1.3 การเลี้ยงปลาแบบกึ่งเข้มข้น (semi-intensive)

การเลี้ยงปลาแบบกึ่งเข้มข้น เป็นประเภทการเลี้ยงปลาที่จัดอยู่ในระหว่างการเลี้ยงปลาแบบธรรมชาติกับการเลี้ยงปลาแบบเข้มข้น ปลาที่เลี้ยงเจริญเติบโตโดยการกินอาหารธรรมชาติที่มีอยู่ในบ่อเป็นส่วนใหญ่ อาจจะทำให้อาหารสมทบและใส่ปุ๋ยบ้างเป็นครั้งคราว ผลผลิตที่ได้รับสูงกว่าการเลี้ยงปลาแบบธรรมชาติ แต่ต่ำกว่าการเลี้ยงปลาแบบเข้มข้น

2. การเลี้ยงปลาแบบต่าง ๆ

2.1 การเลี้ยงปลาในบ่อดิน

การเลี้ยงปลาในบ่อดิน มีวิธีดำเนินการหลายรูปแบบ เช่น การเลี้ยงปลาชนิดเดียว (monoculture) การเลี้ยงปลาหลายชนิดรวมกัน (polyculture) การเลี้ยงปลาในร่องสวน การเลี้ยงปลาในนาข้าว การคัดแปลงนาข้าวมาใช้เลี้ยงปลาหรือนาปลา การเลี้ยงปลาแบบผสมผสาน (integrated fish farming system)

2.1.1 การเลี้ยงปลาชนิดเดียว

การเลี้ยงปลาชนิดเดียว การเลี้ยงปลาแบบนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะผลิตปลาเพียง 1 ชนิดเท่านั้น ส่วนใหญ่นิยมเลี้ยงปลากินเนื้อ เพราะว่ามีราคาดี มีบางที่เลี้ยงปลากินพืช ปลากินแพลงก์ตอนหรือปลาที่กินอาหารไม่เลือก ซึ่งมีราคาดี เช่น ปลาดุกเพียนขาว ปลานิล ปลาสลิด ปลาสร้อย การเลี้ยงปลากินเนื้อส่วนใหญ่จะใช้บ่อเลี้ยงขนาดเล็กและปล่อยปลาเลี้ยงในอัตราหนาแน่น การเลี้ยงปลากินเนื้อต้องดูแลเอาใจใส่อย่างดี มีการจัดการที่ดี เพราะว่าการลงทุนสูง อีกทั้งการเลี้ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลากินเนื้อมีปัญหา มาก เช่น ถ้าให้อาหารไม่เพียงพอปลาก็จะกินกันเอง น้ำในบ่อเลี้ยงเน่าเสียง่าย เนื่องจากอาหารที่เป็นเนื้อสัตว์ หรืออาหารที่มีโปรตีนสูง เมื่อนำในบ่อเน่าเสียผลที่ตามมาคือ ปลา เจริญเติบโตช้าลง ปลาเป็นโรคและปรสิตรได้ง่าย นอกจากนี้ ยังทำให้ผลผลิตมีรูปร่างลักษณะที่ทำให้ผู้บริโภคไม่นิยมอีกด้วย เช่น ตัวปลามีสีคล้ำ มีกลิ่นสาบ ปลากินเนื้อที่นิยมเลี้ยง ได้แก่ ปลา ช่อน ปลาดุกอุย ปลาดุกค้ำ เป็นต้น ส่วนการเลี้ยงปลากินพืช ปลากินแพลงก์ตอน หรือปลากิน อาหารไม่เลือกจะเลี้ยงในบ่อขนาดใหญ่ ปล่อยปลาหนาแน่น ใช้ระยะเวลาการเลี้ยงนานกว่าปลากิน เนื้อ ปัญหาของการเลี้ยงปลากินพืช คือ ขาดแคลนอาหารสมทบจำพวกพืชผัก เช่น แหน สาหร่าย ผักบุ้ง หนุ่ยขาว ฯลฯ

2.1.2 การเลี้ยงปลาหลายชนิดรวมกัน มีหลายแบบขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายของการผลิต

2.1.2.1 การเลี้ยงปลาไม่กินเนื้อหลายชนิดรวมกัน มีจุดมุ่งหมายที่จะใช้อาหาร ธรรมชาติที่มีอยู่ในบ่อปลาให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการผลิตปลา โดยมีหลักการว่า ปลาที่นำมา เลี้ยงรวมกันแต่ละชนิดต้องมีการกินอาหารแตกต่างกัน เพื่อว่าปลาจะได้กินอาหารธรรมชาติ ทุกประเภทในบ่อปลาให้มากที่สุด

2.1.2.2 การเลี้ยงปลาไม่กินเนื้อพร้อมกับปลากินเนื้อ การเลี้ยงปลาแบบนี้มีจุดมุ่ง หมายที่จะผลิตปลาไม่กินเนื้อเป็นหลัก โดยวิธีปล่อยปลากินเนื้อขนาดเล็กลงไปในบ่อปลา เพื่อให้ กินปลาเล็กปลาน้อย และสัตว์น้ำอื่น ๆ ที่ไม่ต้องการ เป็นการป้องกันการแก่งแย่งอาหารและที่อยู่ อาศัย

2.1.2.3 การเลี้ยงปลาไม่กินเนื้อที่มีลูกคกร่วมกับปลากินเนื้อ การเลี้ยงปลาแบบนี้ แบ่งตามจุดมุ่งหมายของการผลิตได้เป็น 2 อย่าง คือ

- ก. ต้องการปรับปรุงคุณภาพของการผลิตปลาไม่กินเนื้อที่มีลูกคก โดย เลี้ยงร่วมกับปลากินเนื้อ โดยปกติการเลี้ยงปลาไม่กินเนื้อที่มีลูกคก เช่น ปลานิล ปลาหมอเทศ เมื่อเลี้ยงปลาไปได้ระยะเวลานานปลา จะแพร่ขยายพันธุ์ในบ่อ ทำให้มีลูกปลาเป็นจำนวนมากในบ่อ อัตรา การเลี้ยงปลาหนาแน่นมากขึ้น เกิดการแก่งแย่งกันในด้านอาหารและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่อยู่อาศัย มีผลทำให้ปลาเจริญเติบโตช้า และปลามีขนาดเล็ก จึงได้มีการเลี้ยงปลากินเนื้อ เช่น ปลาช่อน ปลาน้ำทราย รวมกับปลาเหล่านี้ เพื่อต้องการควบคุมปริมาณปลาไม่กินเนื้อที่มีลูกคอกไม่ให้มีมากเกินไป ปลาจะได้เจริญเติบโตรวดเร็ว และมีขนาดใหญ่ ทำให้ผลผลิตสูงขึ้น

ข. ต้องการลูกของปลาไม่กินเนื้อที่มีลูกคอกเป็นอาหารของปลากินเนื้อ การเลี้ยงปลาแบบนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะผลิตปลากินเนื้อเป็นหลัก โดยใช้ลูกของปลาไม่กินเนื้อเป็นอาหาร เพื่อเป็นการประหยัดอาหารสมทบ โดยปกติอาหารที่ใช้เลี้ยงปลากินเนื้อจะมีราคาแพง ดังนั้น เพื่อเป็นการประหยัดต้นทุนการผลิตจึงเลี้ยงปลากินเนื้อร่วมกับปลาไม่กินเนื้อที่มีลูกคอก เพื่อให้ปลากินเนื้อกินลูกของปลาไม่กินเนื้อที่มีลูกคอกเป็นอาหาร เช่น การเลี้ยงปลาช่อนร่วมกับปลานิล การเลี้ยงปลาน้ำทรายร่วมกับปลาสร้อย การเลี้ยงปลาหมอไทยร่วมกับปลานิล เป็นต้น

2.1.3 การเลี้ยงปลาแบบผสมผสาน

การเลี้ยงปลาแบบผสมผสาน หมายถึง การเลี้ยงปลา ร่วมกับการเลี้ยงสัตว์อื่น ๆ รวมทั้งการปลูกพืช ในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง โดยพยายามใช้พื้นดินและพื้นน้ำที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด และมีการจัดการกิจกรรมนั้น ๆ ให้สามารถเกื้อกูลประโยชน์ซึ่งกันและกันสูงสุดทั้งทางตรงและทางอ้อม ตามความเหมาะสมของสภาพท้องถิ่น เพื่อให้ได้ผลผลิตมากขึ้น และพยายามลดต้นทุนการผลิตให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

2.1.3.1 พื้นฐานของการเลี้ยงปลาแบบผสมผสาน โดยทั่วไปมีการจัดการ ดังนี้คือ

- ก. ใช้เศษเหลือของพืชผักที่ปลูกบนคันบ่อปลาเป็นอาหารของปลาโดยตรง
- ข. ใช้มูลของสัตว์เลี้ยงเป็นปุ๋ย เพื่อเพิ่มอาหารธรรมชาติในบ่อปลาหรือเป็นอาหารของปลา และเพิ่มธาตุอาหารให้แก่พืชผัก
- ค. นำดินโคลนจากคันบ่อปลาไปใช้ในการปลูกพืชผัก

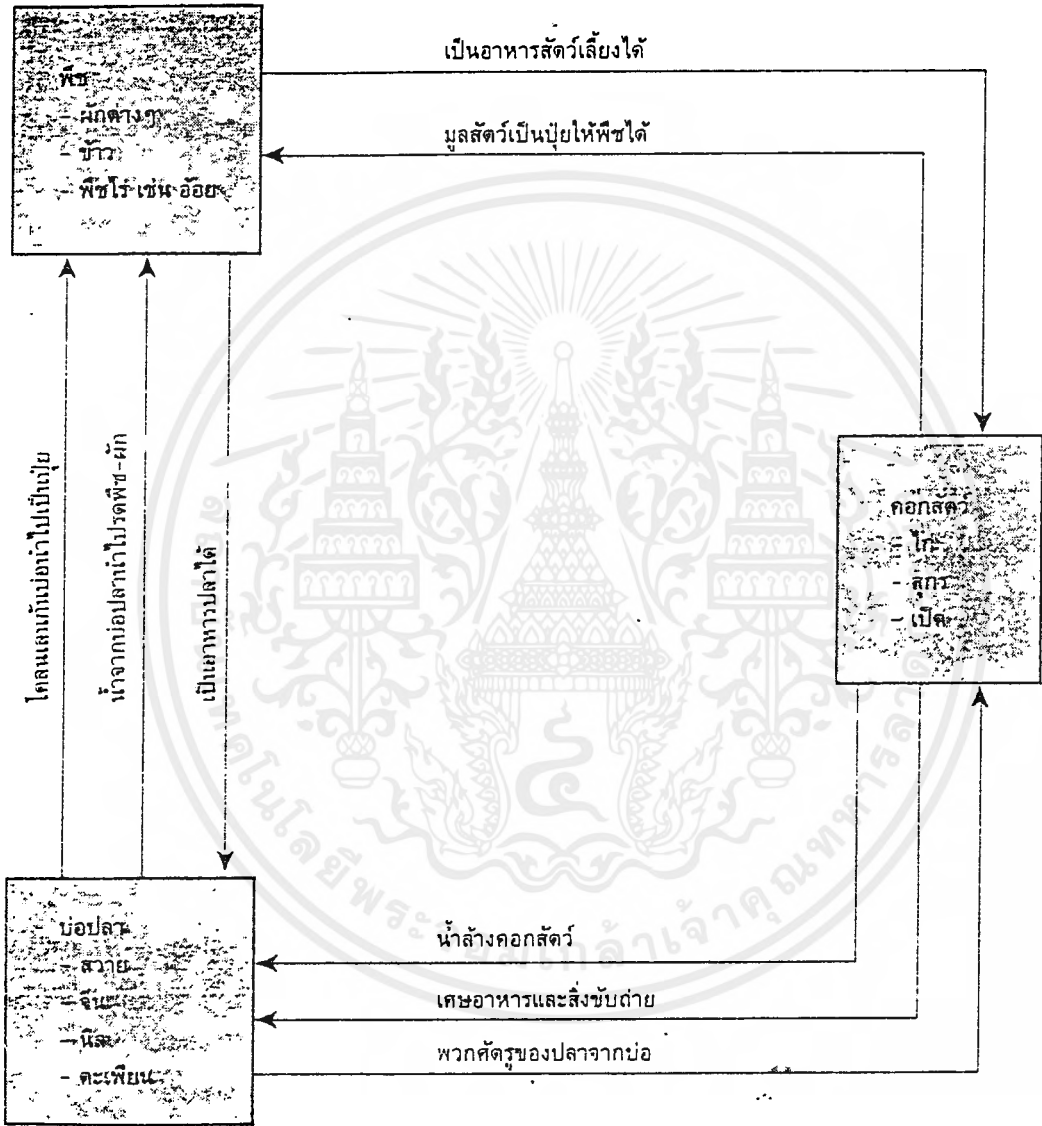
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.2 ประโยชน์ของการเลี้ยงปลาแบบผสมผสาน คือ

- ก. เป็นการใช้พื้นที่ดินในฟาร์ม ซึ่งนอกเหนือจากพื้นที่บ่อปลาให้เกิดประโยชน์ด้วยการปลูกพืชผัก หรือสร้างคอกเลี้ยงสัตว์ ส่วนพื้นที่น้ำนอกจากใช้เลี้ยงปลาแล้วยังสามารถปลูกพืชเศรษฐกิจบางชนิดได้
- ข. เป็นการใช้ประโยชน์จากเศษเหลือหรือของเสียจากพืชและสัตว์อย่างเต็มที่ เช่น มูลสัตว์ น้ำล้างคอกสัตว์ เศษอาหารที่ตกหล่น เศษผัก เศษหญ้าต่าง ๆ เป็นอาหารของปลาและเป็นปุ๋ยเติมบ่อปลา หรือใช้เป็นปุ๋ยสำหรับปลูกพืช นอกจากนี้ ยังสามารถนำดินโคลนซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์ดีจากพื้นที่กันบ่อปลาไปใช้ปลูกพืชผักได้อีกด้วย
- ค. ทำให้รายได้มากขึ้น เนื่องจากผลผลิตมากขึ้น การเลี้ยงปลาแบบผสมผสาน เป็นการใช้พื้นที่ดินและพื้นที่น้ำให้เป็นประโยชน์ต่อการผลิตมากที่สุด ดังนั้น ผลผลิตรวมต่อหน่วยพื้นที่จึงมีค่าสูง รายได้ของเกษตรกรจึงเพิ่มขึ้น
- ง. การเลี้ยงปลาแบบผสมผสาน มีการนำปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอยู่หรือเกิดขึ้นในฟาร์มมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการผลิตมากที่สุด ซึ่งเป็นการประหยัดต้นทุนการผลิต ดังนั้น ต้นทุนการผลิตจึงต่ำลงทำให้มีกำไรมากขึ้น

ภาพที่ 25

แผนภูมิแสดงลักษณะการใช้ประโยชน์ร่วมกันของการเลี้ยงปลาแบบผสมผสาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.3 ลักษณะการทำฟาร์มแบบผสมผสาน ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความต้องการของตลาด ทุนของผู้ดำเนินกิจการ ความเหมาะสมของสภาพพื้นที่ เป็นต้น การทำฟาร์มแบบผสมผสานโดยทั่วไปแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

- ก. การผสมผสานโดยยึดการปลูกพืชเป็นหลัก ได้แก่ การเลี้ยงปลาในนาข้าว การทำสวนผลไม้ สวนผัก และเลี้ยงปลาในร่องหรือคูของสวน
- ข. การผสมผสานโดยยึดการเลี้ยงสัตว์เป็นหลัก ได้แก่ การเลี้ยงปลาร่วมกับการเลี้ยงสัตว์อื่น ๆ และปลูกพืช โดยมุ่งหวังว่าผลผลิตของปลาที่ได้รับเป็นผลพลอยได้จากอาหารของสัตว์เลี้ยงที่ตกหล่นและมูลของสัตว์เลี้ยง ซึ่งปลาสามารถกินเป็นอาหารได้ และสิ่งเหล่านี้ยังก่อให้เกิดอาหารธรรมชาติสำหรับปลาในบ่ออีกด้วย
- ค. การผสมผสานโดยยึดการเลี้ยงปลาเป็นหลัก ได้แก่ การเลี้ยงปลาร่วมกับการเลี้ยงสัตว์อื่น ๆ และปลูกพืช โดยมุ่งหวังว่าจะใช้มูลของสัตว์เลี้ยงและของเสียจากการเลี้ยงสัตว์มาทำให้เกิดประโยชน์ต่อการผลิตปลามากที่สุด เพื่อลดต้นทุนการผลิต สำหรับการเลี้ยงปลานั้นมีการจัดการอย่างดี

2.1.3.4 การเลี้ยงสัตว์ในระบบการเลี้ยงปลาผสมผสานนั้น จำเป็นต้องมีคอกเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์ และคอกสัตว์ต้องมีความสัมพันธ์กับการเลี้ยงปลาด้วย ถ้าจำนวนสัตว์เลี้ยงมากเกินไป มูลของสัตว์และของเสียจากคอกสัตว์มีปริมาณมาก ทำให้น้ำในบ่อปลาน่าเสีย หรือเกิดแพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำมากเกินไป เป็นสาเหตุให้น้ำในบ่อปลาขาดออกซิเจนในเวลากลางคืน สิ่งเหล่านี้ล้วนมีผลทำให้การเจริญเติบโตของปลาช้าลง หรืออาจทำให้ปลาตายได้ นอกจากนี้ การสร้างคอกสัตว์ยังต้องคำนึงถึงความสะดวกในการทำงาน การจัดการฟาร์ม การจับปลา และเงินทุนอีกด้วย การสร้างคอกเลี้ยงสัตว์โดยทั่วไปมี 3 ประเภท คือ

- ก. การสร้างคอกเลี้ยงสัตว์ครอบบนบ่อปลาตรงบริเวณส่วนใดส่วนหนึ่งของบ่อปลาพื้นคอกสัตว์อาจทำด้วยไม้แบบหรือไม้ไผ่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของการดำเนินงาน คอกสัตว์ลักษณะนี้มูลสัตว์สามารถตกลง

ไปในบ่อปลาได้โดยตรง สัตว์เลี้ยงที่นิยมเลี้ยงในคอกแบบนี้ ได้แก่ สุกร และไก่

ข. การสร้างคอกสัตว์บริเวณคันบ่อปลาด้านใดด้านหนึ่ง ซึ่งขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของสถานที่และพื้นที่ ส่วนใหญ่จะสร้างเป็นอาคารถาวรพื้นคอนกรีตลาดเทเล็กน้อย หรืออาจมีรางระบายน้ำและมูลสัตว์ เพื่อรวบรวมมูลสัตว์ลงสู่บ่อปลา สัตว์เลี้ยงที่นิยมเลี้ยงในคอกแบบนี้ ได้แก่ สุกร วัว เป็นต้น

ค. การสร้างคอกเลี้ยงสัตว์อยู่บนแพ หรือมีท่อนลอยน้ำได้ ทำให้สามารถเคลื่อนย้ายได้ เพื่อความสะดวกในกรณีจำเป็น เช่น ระหว่างการลากอวนจับปลา คอกสัตว์แบบนี้ให้ความสะดวกในการใช้อวนจับปลามาก สัตว์เลี้ยงที่นิยมเลี้ยงในคอกแบบนี้ ได้แก่ เป็ด

ภาพที่ 26

แสดงการสร้างคอกสัตว์บริเวณบ่อปลา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาของการเลี้ยงปลาแบบผสมผสาน มีดังนี้คือ

1. เกษตรกรปล่อยปลาหนาแน่นเกินไป ทั้งนี้ เพื่อต้องการปล่อยเพื่อจำนวนปลาตายและลูกปลาที่นำมาเลี้ยงมีขนาดเล็ก ทำให้ปลาเจริญเติบโตช้า อัตราการตายสูง ดังนั้น ควรอนุบาลลูกปลาให้โตพอสมควรก่อนปล่อยเลี้ยง -
2. จำนวนสัตว์เลี้ยงไม่สัมพันธ์กับจำนวนปลาในบ่อ ทำให้มูลสัตว์มีน้อย ไม่เพียงพอสำหรับการเป็นอาหารของปลา มีผลทำให้ปลาเจริญเติบโตช้า
3. ปลาตายเนื่องจากคุณสมบัติของน้ำไม่เหมาะสม เช่น ขาดออกซิเจนในน้ำ น้ำเป็นกรดมากเกินไป เป็นต้น
4. การจัดการไม่ถูกต้อง เช่น เกษตรกรปล่อยปลาเลี้ยงในบ่อก่อนการเลี้ยงสัตว์ ทำให้ปลาขาดอาหาร อัตราการตายสูง เกษตรกรส่วนมากไม่ค่อยเปลี่ยนน้ำในบ่อปลา การเลี้ยงปลานั้นควรมีการถ่ายเทน้ำเก่าทิ้ง และเพิ่มน้ำใหม่บ้างตามความจำเป็น จึงจะทำให้ปลาเจริญเติบโตดี

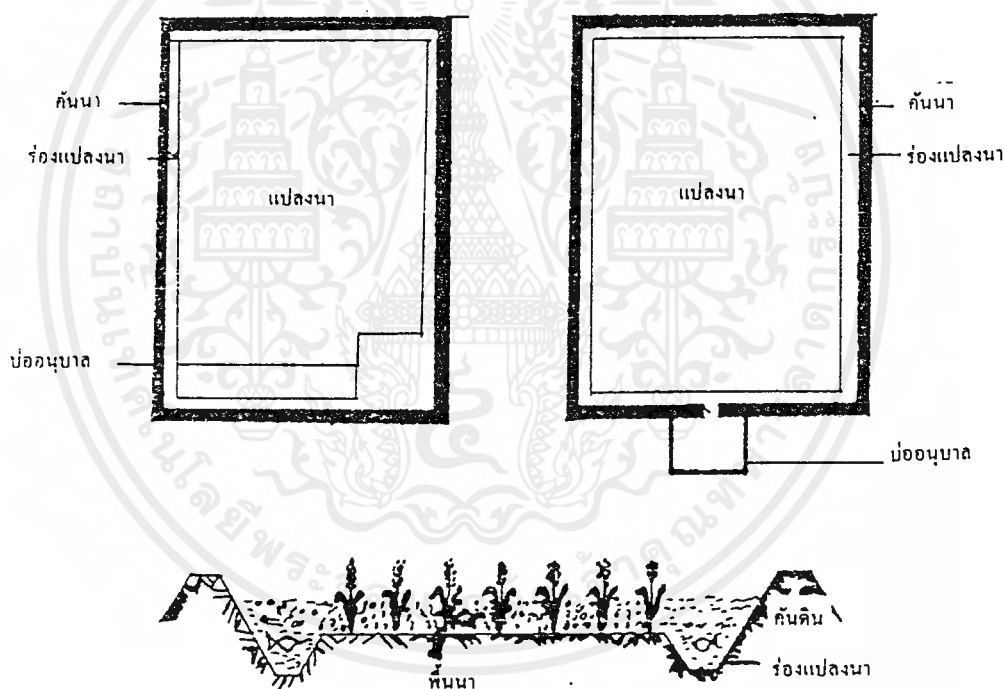
2.2 การเลี้ยงปลาในนาข้าว

การเลี้ยงปลาในนาข้าว การเลี้ยงปลาในนาข้าวในประเทศไทย ได้กระทำกันมานานไม่น้อยกว่า 40 ปี โดยกระทำกันอย่างกว้างขวางในเขตภาคกลาง เนื่องจากมีแหล่งน้ำอุดมสมบูรณ์ แต่การเลี้ยงปลาในนาข้าวในเขตภาคกลางดำเนินอยู่ได้ไม่นานนัก ความนิยมก็เริ่มลดน้อยลง เนื่องจากวัตถุประสงค์ของการเลี้ยงปลาในนาข้าวเน้นต้องการผลผลิตข้าวเป็นหลัก ฉะนั้น จึงจำเป็นต้องมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ และใช้ยาปราบศัตรูพืชเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าว แต่ปุ๋ยอินทรีย์และยาปราบศัตรูพืชมีผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตของปลาทั้งโดยทางตรงและโดยทางอ้อม และทำให้ปลาตายได้ ในปัจจุบันการเลี้ยงปลาในนาข้าวมีมากในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือด้วยการส่งเสริมของกรมประมง เพื่อต้องการให้ประชาชนมีรายได้สูงขึ้น โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะมีมากในช่วงฤดูทำนา (ฤดูฝน) เท่านั้น ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องเลี้ยงปลาไปพร้อม ๆ กับการทำนา เพื่อเป็นการใช้พื้นที่นาให้เกิดประโยชน์สูงสุด พื้นที่นาซึ่งเหมาะสำหรับการเลี้ยงปลาในนาข้าว ควรอยู่ในบริเวณที่ลุ่ม แต่ไม่ท่วมในฤดูน้ำหลาก สภาพดินเป็นดินเหนียว การเลี้ยงปลาในนาข้าวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่แปลงเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นามีขนาดพื้นที่ไม่ต่ำกว่า 2 ไร่ โดยชุดเป็นร่องรอบแปลงนากว้างประมาณ 0.7-1 เมตร ลึกประมาณ 50-80 เซนติเมตร ทั้งสี่ด้านหรืออย่างน้อย 3 ด้าน นำดินที่ได้จากการขุดร่องมาทำคันดินรอบแปลงนา เพื่อเก็บกักน้ำและป้องกันน้ำท่วม บนคันดินนี้สามารถปลูกพืชผักสวนครัวได้ ชนิดของปลาที่นิยมเลี้ยงในนาข้าว ได้แก่ ปลานิล ปลาไน ปลาดุกเพียนขาว ปลาช่อน ปลาลัง ปลาช่อนเทศ เป็นต้น

ภาพที่ 27

แสดงแปลงเลี้ยงปลาในนาข้าว



ปัญหาของการเลี้ยงปลาในนาข้าว มีดังนี้คือ

1. น้ำท่วม ทำให้ปลาหนีออกไปจากนา
2. ปล่อยปลาหนาแน่นเกินไป ทำให้ปลาเจริญเติบโตช้า น้ำแห้งเสียก่อน
3. การใช้ยาปราบศัตรูพืชในนาข้าว ทำให้ปลาตาย และอาหารธรรมชาติลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การเลี้ยงปลาในกระชัง

ในที่นี้ผู้วิจัยจะกล่าวถึงโดยสังเขป

การเลี้ยงปลาในกระชัง เป็นวิธีการเลี้ยงปลาที่มีมานานแล้ว อาจมีต้นกำเนิดมาจากประเทศกัมพูชา ซึ่งเลี้ยงกันอยู่ในบริเวณลุ่มแม่น้ำโขงตอนล่าง สาขาของแม่น้ำโขงและบริเวณทะเลสาบ การเลี้ยงปลาในกระชังของไทยได้แบบอย่างมาจากประเทศกัมพูชา (เมฆ, 2522) ในปัจจุบันจังหวัดนครสวรรค์เป็นแหล่งที่มีการเลี้ยงปลาในกระชังมากที่สุด ซึ่งเลี้ยงกันอยู่ในลุ่มแม่น้ำน่าน ส่วนจังหวัดอื่น ๆ ที่มีการเลี้ยงปลาในกระชัง ได้แก่ พระนครศรีอยุธยา อุทัยธานี ลพบุรี สุพรรณบุรี ชัยนาท กาญจนบุรี เป็นต้น ปลาที่นิยมเลี้ยงในกระชัง ได้แก่ ปลาสวาย ปลาบู่ทราย ปลาชะโด ส่วนปลาอื่น ๆ ก็มีบ้าง ได้แก่ ปลานิล ปลาคะเพียนขาว ปลาช่อน ปลาแรด เป็นต้น

การเลี้ยงปลาในกระชัง สามารถดำเนินการได้ในแหล่งน้ำทั่วไป เช่น แม่น้ำ ลำคลอง อ่างเก็บน้ำ เขื่อน คลองส่งน้ำ เป็นต้น แต่ความเหมาะสมของสถานที่ในการเลี้ยงปลาในกระชัง มีส่วนช่วยให้ผลผลิตดีและการลงทุนต่ำ

ปัจจัยที่ควรพิจารณาในการเลือกสถานที่เลี้ยงปลาในกระชัง คือ

1. คุณภาพน้ำและปริมาณน้ำ สถานที่เลี้ยงปลาในกระชัง ควรอยู่ในบริเวณที่มีน้ำ ซึ่งมีคุณภาพเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลา เช่น มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูง ไม่ควรอยู่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรมที่ปล่อยน้ำทิ้งสารเคมีที่เป็นพิษต่อปลา หรือน้ำร้อน ลงสู่แหล่งน้ำ ปริมาณน้ำมีเพียงพอตลอดระยะเวลาเลี้ยงปลา มีกระแสน้ำพัดพาเศษอาหารและของเสียออกจากกระชัง

ก. สามารถหาพันธุ์ปลาและอาหารปลาได้ง่าย

ข. ไม่ขัดต่อกฎหมายการประมงและการสัญจรทางน้ำ

ค. มีแหล่งรับซื้อปลาที่ผลิตได้

ง. การคมนาคมสะดวก

การสร้างกระชังเลี้ยงปลาในประเทศไทยมีหลายรูปแบบแตกต่างกันไปในแต่ละท้องที่ แต่พอสรุปได้ว่า โครงสร้างของกระชังประกอบด้วย 3 ส่วนที่สำคัญดังนี้ คือ

1. โครงร่าง โดยทั่วไปโครงร่างของกระชังเลี้ยงปลาเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า อาจทำด้วยไม้ ไม้ไผ่ ท่อเหล็กชุบ หรือท่อน้ำ
2. ตัวกระชัง เป็นส่วนที่รองรับและกักกันปลาให้อยู่ในพื้นที่ที่กำหนดไว้ วัสดุที่ใช้ทำตัวกระชัง ได้แก่ เนื้อวนในลอนโพลีเอททีลีน ซึ่งมีทั้งแบบมีปม และไม่มีปม ไม้ไผ่ ไม้เนื้ออ่อน ไม้เนื้อแข็ง ตะแกรงลวดชุบ
3. ท่อนลอย เป็นส่วนที่ช่วยพยุงให้กระชังสามารถลอยน้ำอยู่ได้ ส่วนนี้ของกระชังออกแบบให้สามารถรับน้ำหนักของตัวกระชังปลาที่เลี้ยงและเกษตรกรที่ลงไปปฏิบัติงานบนกระชังได้

2. กระชังไม้ เหมาะสำหรับผู้ที่มีทุนมากและเลี้ยงปลาที่มีราคาแพง กระชังที่ประกอบด้วยไม้เนื้ออ่อนมีอายุการใช้งานประมาณ 5-6 ปี ส่วนกระชังที่ประกอบด้วยไม้เนื้อแข็งมีอายุการใช้งานประมาณ 8-10 ปี การสร้างกระชังใช้ไม้ขนาด 4 นิ้ว หนา 2 นิ้ว ประกอบเป็นโครงร่างรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าตามขนาดที่ต้องการ จากนั้นใช้ไม้ขนาด 4 นิ้ว หนา 1 นิ้ว ใสกบให้เรียบ ตีปิดด้านพื้นและด้านข้างทั้ง 4 ด้าน ระยะห่างประมาณ 1.5-2 เซนติเมตร

3. กระชังอวน เป็นกระชังที่ทำด้วยเนื้อวนในลอน หรือโพลีเอททีลีน ส่วนมากเป็นเนื้อวนประเภทไม่มีปม ซึ่งจะไม่ทำให้ปลาบอบช้ำและบาดเจ็บ ในประเทศไทยนิยมใช้เลี้ยงปลาน้ำกร่อยบริเวณชายฝั่งทะเล มีอายุการใช้งานประมาณ 2-3 ปี กระชังอวนอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะคือ

ก. กระชังอวนผูกติดกับหลัก ลักษณะกระชังแบบนี้เหมาะสำหรับเลี้ยงปลาในบริเวณฝั่งเขตนํ้าตื้นที่มีระดับน้ำขึ้นลงแตกต่างกันไม่เกิน 1.5 เมตร ตัวกระชังทำด้วยเนื้อวนในลอน หรือโพลีเอททีลีน เย็บเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า การติดตั้งกระชังต้องใช้เชือกผูกยึดมุมกระชังทั้งด้านบนและด้านล่าง มัดให้ติดกับเสาไม้ที่ปักแน่นอยู่ในน้ำ ขนาดของกระชังและขนาดตาอวน ขึ้นอยู่กับจำนวนและขนาดของปลาที่ปล่อยเลี้ยง

ข. กระชังอวนลอย เป็นกระชังที่เหมาะสมสำหรับเลี้ยงปลาบริเวณชายฝั่งน้ำลึกที่มีระดับน้ำแตกต่างกันมากกว่า 2 เมตร กระชังอวนลอยประกอบด้วยโครงร่าง ซึ่งทำด้วยไม้ ไม้ไผ่ หรือท่อเหล็กทูปเป็นกรอบรอบปากกระชัง สำหรับแขวนลอยกระชัง และใช้เป็นทางเดินเวลาปฏิบัติงานบนกระชัง โครงร่างควรทำให้แข็งแรง เพื่อทนทานต่อกระแสลม และการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ อวนลอยที่ใช้กันมีหลายชนิด ได้แก่ สไตโลโฟม (Stylofoam) ถังน้ำมัน ถังพลาสติก หรือไม้ไผ่มัดเป็นแพ ตัวกระชังทำด้วยเนื้ออวนในลอนหรือโพลีเอททีลีน

2.4 การเลี้ยงปลาในบ่อคอนกรีต

การเลี้ยงปลาในบ่อคอนกรีต เป็นวิธีการเลี้ยงปลาโดยให้น้ำไหลผ่านตลอดเวลา น้ำที่ไหลผ่านออกไปจากบ่อเลี้ยงปลา อาจจะปล่อยทิ้งไป หรือปล่อยให้น้ำไหลลงสู่บ่อขนาดใหญ่ เพื่อรับการปรับปรุงคุณภาพก่อน แล้วนำกลับมาใช้เลี้ยงปลาใหม่ กรณีดังกล่าวขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของสถานที่เลี้ยงปลา คือ ถ้าน้ำมีปริมาณมากก็อาจจะปล่อยทิ้งไป แต่ถ้าน้ำมีปริมาณน้อยก็ต้องนำกลับมาใช้เลี้ยงปลาใหม่ ข้อดีของการเลี้ยงปลาในบ่อคอนกรีต คือ สามารถดูแลและสังเกตความผิดปกติของปลาได้ง่าย นอกจากนี้ การจัดการด้านอื่น ๆ เช่น ความสะอาด คุณภาพน้ำ การให้อาหาร การกำจัดโรคและปรสิต การจับขายยังสามารถทำได้ง่าย สะดวก และมีประสิทธิภาพอีกด้วย ชนิดของปลาที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีต ควรเป็นปลาที่มีราคาดี เจริญเติบโตรวดเร็ว มีความอดทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดี เช่น การอยู่กันอย่างหนาแน่น ทนอยู่ในน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำ หรือไม่มีออกซิเจนได้นาน เป็นต้น

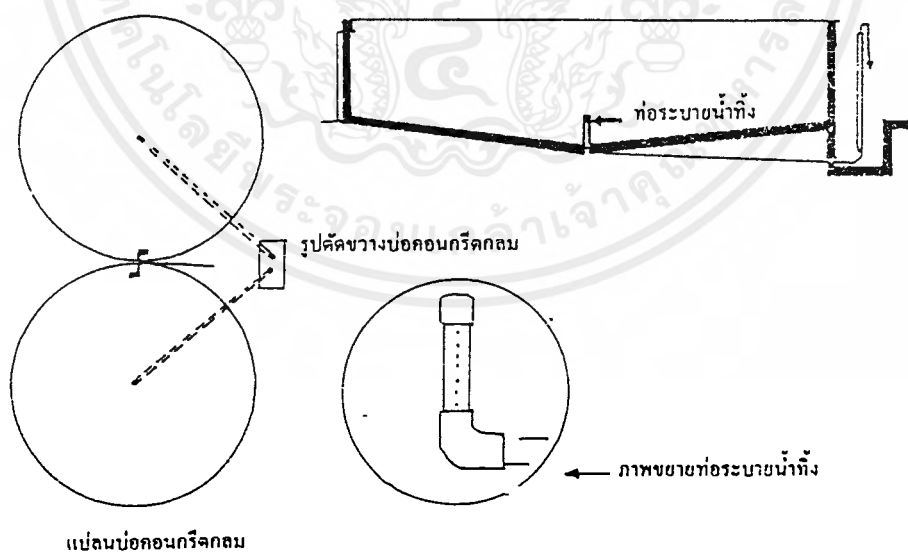
การเลี้ยงปลาดุกด้านในบ่อคอนกรีตระบบน้ำหมุนเวียน การเลี้ยงปลาดุกด้านวิธีนี้ ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำคณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ทดลองเลี้ยงเป็นครั้งแรกในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2524 (วิทย์ และคณะ, 2525) โดยเลี้ยงปลาดุกด้านในบ่อคอนกรีตกลม ให้น้ำไหลผ่านตลอดเวลา ต่อมาได้มีการทดลองและศึกษาเพิ่มเติมมากขึ้น และเกษตรกรหลายรายได้นำไปใช้ บ่อคอนกรีตกลมที่ใช้เลี้ยงปลา มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 4 เมตรขึ้นไป มีความลึกประมาณ 1.2 เมตร ก้นบ่อเป็นรูปกรวย ลูกปลาดุกด้านที่ปล่อยเลี้ยง ควรมีความยาวประมาณ 5-7 เซนติเมตรขึ้นไป อัตราการปล่อยปลาขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น คุณภาพน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณน้ำ อาหาร เป็นต้น วิทย์ และคณะ (2525) แนะนำว่า อัตราการปล่อยลูกปลาดุกด้านที่
เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงในบ่อคอนกรีตกลมระบบน้ำหมุนเวียน คือ 350-500 ตัว/ลูกบาศก์เมตร
การปล่อยปลาในช่วงแรก ระดับน้ำควรลึก 30-40 เซนติเมตร หรือให้มีระดับใกล้เคียงกับความลึก
ที่ลูกปลาเคยอยู่ และค่อย ๆ เพิ่มระดับน้ำขึ้นประมาณ 10 เซนติเมตร ทุก 5 วัน จนมีระดับน้ำตาม
ที่ต้องการ อาหารที่ใช้เลี้ยงปลาดุก นิยมใช้อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำ มีระดับโปรตีน 30-45%
เพราะสะดวกในการจัดการ และทราบปริมาณอาหารที่ปลากิน ให้อาหารประมาณวันละ 3-12%
ของน้ำหนักปลา สัปดาห์ละประมาณ 5 ครั้ง คือ เวลา 7.00 10.00 13.00 16.00 และ 20.00 น.ตาม
ลำดับ ควรลดหรือเพิ่มปริมาณอาหารตามความต้องการของปลา นอกจากนี้ ยังต้องลดระดับน้ำ
ในบ่อปลาลงประมาณ 15 เซนติเมตร ในเวลาประมาณ 6.00 และ 17.30 น. ของทุกวัน เพื่อระบาย
น้ำก้นบ่อทิ้ง

ภาพที่ 28

แสดงบ่อคอนกรีตสำหรับเลี้ยงปลา



ปลาน้ำจืดที่นิยมเลี้ยง (กองส่งเสริมการประมง 2538 : หน้า 1-52)

1. การเลี้ยงปลานิล

การเลี้ยงปลานิล ปลานิลเป็นปลาที่เลี้ยงง่าย ขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว สามารถสืบพันธุ์ได้เมื่ออายุประมาณ 4 เดือนขึ้นไป แม่ปลาตัวหนึ่ง ๆ สามารถออกลูกได้ 3-4 ครั้ง ใน 1 ปี ดังนั้น การเลี้ยงปลานิลจึงไม่จำเป็นต้องปล่อยปลาหนาแน่น ควรปล่อยพ่อแม่ปลาในอัตรา 50 คู่ต่อพื้นที่บ่อ 400 ตารางเมตร หรือปล่อยลูกปลานิลในอัตรา 1 ตัว/ตารางเมตร ถ้าในบ่อเลี้ยงมีปลานิลหนาแน่นเกินไป จะทำให้การเจริญเติบโตช้าลง และไม่แพร่ขยายพันธุ์ เมื่อปลานิลแน่นบ่อควรแบ่งแยกไปเลี้ยงบ่ออื่น ๆ วิธีป้องกันไม่ให้ปลานิลขยายพันธุ์เร็วควรทำได้โดยขุดบ่อเลี้ยงปลาไม่ให้มีชน และเติมน้ำในบ่อให้มีระดับไม่ต่ำกว่า 80 เซนติเมตร เพื่อป้องกันปลานิลขุดหลุมวางไข่ ปลานิลกินอาหารได้ทุกชนิด โดยเฉพาะอาหารธรรมชาติที่มีอยู่ในบ่อ เช่น ไรน้ำ ตะไคร่น้ำ ตัวอ่อนของแมลง สัตว์เล็ก ๆ สาหร่าย และแพลงก์ตอน เป็นต้น การเลี้ยงปลานิลควรเร่งการเจริญเติบโตด้วยอาหารสมทบ จำพวกรำ ปลายข้าว กากถั่วลิสง กากถั่วเหลือง กากมะพร้าว แหนเป็ด ปลาป่น ให้อาหารวันละ 4% ของน้ำหนักปลา นอกจากนี้ ควรใส่ปุ๋ยมูลสัตว์บ้างในอัตราประมาณ 250-300 กิโลกรัม/ไร่ เพื่อเพิ่มอาหารธรรมชาติในบ่อปลา อีกวิธีหนึ่งที่เกษตรกรนิยมกระทำกัน คือ เมื่อเตรียมบ่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะใส่แอมโมเนีย (ของเหลือจากกรรมวิธีการผลิตผงชูรส) ลงไปในบ่อ บ่อเติมน้ำลงไปประมาณ 30-50 เซนติเมตร ทิ้งไว้จนน้ำมีสีเขียวเข้ม แล้วจึงปล่อยลูกปลาลงไป จากนั้นเพิ่มระดับน้ำจนถึงระดับที่ต้องการระหว่างการเลี้ยงมีการให้อาหารและใส่ปุ๋ยอีกบ้างตามความเหมาะสม การเลี้ยงปลานิลใช้เวลาประมาณ 7-8 เดือน จะได้ปลาขนาดประมาณ 3 ตัว/กิโลกรัม ซึ่งเป็นขนาดที่ตลาดต้องการ

1.1 รูปร่างลักษณะและนิสัย

ปลานิลเป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่ง (อยู่ในตระกูล Cichlidae) มีถิ่นกำเนิดเดิมอยู่ในทวีปแอฟริกา พบทั่วไปตามหนอง บึง และทะเลสาบ ในประเทศซูดาน อุแกนดา แทนแกนิกา เนื่องจากปลานิลนี้เลี้ยงง่ายและเติบโตเร็ว จึงมีผู้สนใจเลี้ยงกันอย่างแพร่หลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลานิลมีรูปร่างลักษณะคล้ายกับปลาหมอเทศ ลักษณะพิเศษของปลานิลนั้น มีริมฝีปากบนและล่างเสมอกัน มีเกล็ด 4 แถวตรงบริเวณแก้ม และจะมีลายพาดขวางลำตัวประมาณ 9-10 แถบ มีนิสัยชอบอาศัยอยู่รวมกันเป็นฝูงตามแม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง และทะเลสาบ เป็นปลาที่อยู่ได้ทั้งน้ำจืดและน้ำกร่อย มีความอดทน และสามารถปรับปรุงตัวให้เข้ากับธรรมชาติได้ง่าย เหมาะสมที่จะนำมาเพาะเลี้ยงในบ่อได้เป็นอย่างดี

1.2 การแพร่ขยายพันธุ์

ปลานิลตัวผู้และตัวเมีย จะคล้ายคลึงกันมาก สังเกตได้โดยการดูอวัยวะเพศ ที่บริเวณใกล้ช่องทวาร ตัวผู้จะมีอวัยวะเพศลักษณะเรียวยาวยื่นออกมา ส่วนตัวเมียจะมีลักษณะเป็นรูค่อนข้างใหญ่และกลม ในกรณีที่ปลามีขนาดโตเต็มที่แล้วนั้น อาจจะสังเกตเพศได้ด้วยการดูสีที่ลำตัว เพราะปลานิลตัวผู้จะมีสีเข้มตรงบริเวณใต้หางและตามลำตัว ต่างกับปลานิลตัวเมีย และยังใกล้จะถึงฤดูผสมพันธุ์ สีก็จะยิ่งมีความเข้มยิ่งขึ้น

พ่อแม่ปลานิลที่มีขนาดยาว 10 เซนติเมตร และมีอายุประมาณ 4 เดือนขึ้นไป เป็นปลาโตได้ขนาดพร้อมที่จะสืบพันธุ์ได้

การแพร่ขยายพันธุ์ของปลานิลนั้น ปริมาณไข่ที่แม่ปลาวางแต่ละครั้ง จะมีมากน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของแม่ปลาและฤดูกาล โดยประมาณแล้วปลานิลตัวเมียจะวางไข่ได้ครั้งละ 50-600 ฟอง แม่ปลาที่เริ่มวางไข่ครั้งแรก จะให้ลูกปลาจำนวนน้อย ปริมาณไข่ของแม่ปลาจะเพิ่มมากตามขนาดของแม่ปลาที่เจริญวัยขึ้น แม่ปลาตัวหนึ่งสามารถวางไข่ได้ทุกระยะ 2-3 เดือนต่อครั้ง ถ้าหากบ่อเลี้ยงปลาดีมีสภาพดีและมีการให้อาหารพอเพียง ในเวลา 1 ปี แม่ปลาตัวหนึ่งจะสามารถแพร่พันธุ์ได้ประมาณ 3-4 ครั้ง

1.3 การเตรียมบ่อและวิธีเลี้ยง

ถึงแม้ว่าปลานิลจะเป็นปลาที่เลี้ยงง่าย แต่ในการเพาะเลี้ยงเพื่อให้ได้รับผลดีเป็นที่น่าพอใจ จะต้องปฏิบัติให้ถูกต้องตามหลักวิธีการเพาะเลี้ยงเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.3.1 บ่อ

บ่อที่จะใช้เลี้ยงปลานิล ควรเป็นบ่อดินรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดตั้งแต่ 400 ตารางเมตรขึ้นไป ระดับของน้ำในบ่อควรลึกประมาณ 1 เมตรตลอดปี ทั้งนี้เพื่อจะได้ใช้เลี้ยงปลาซึ่งมีขนาดโต และใช้สำหรับเพาะลูกปลาพร้อมกันไปด้วย เพราะถ้าเป็นบ่อซึ่งมีขนาดเล็กแล้ว ลูกปลาที่เกิดขึ้นใหม่จะทวีจำนวนแน่นบ่ออย่างรวดเร็ว ทำให้ลูกปลาเหล่านี้มีขนาดไม่โต โดยที่ปลานิลเป็นปลาที่วางไข่โดยการขุดหลุมตามก้นบ่อ ดังนั้น จึงควรมีขานบ่อหรือทำให้ตามขอบบ่อมีส่วนเชิงลาดเทมาก ๆ ซึ่งจะเป็นแหล่งต้น ๆ สำหรับให้แม่ปลาได้วางไข่

ถ้าบ่อนั้นอยู่ใกล้กับแม่น้ำ เช่น คู คลอง แม่น้ำ ก็ไม่จำเป็นต้องวิดน้ำเข้าออก เพียงแต่ทำท่อระบายน้ำแล้วกรุด้วยตะแกรงตาถี่เพื่อป้องกันไม่ให้ปลาที่เลี้ยงไว้หลบหนีออกไปก็ใช้ได้ และยังเป็นการป้องกันไม่ให้ศัตรูของปลาจากภายนอกเล็ดลอดเข้ามาอีกด้วย แต่ถ้าบ่อนั้นไม่สามารถจะทำท่อระบายน้ำได้ก็จำเป็นต้องสูบน้ำเข้าบ่อเมื่อเวลาน้ำลดลง และต้องหมุนเปลี่ยนน้ำ ในเวลาที่เกิดน้ำเสีย

1.3.2 การเตรียมบ่อ

ก. บ่อใหม่ หากเป็นบ่อที่ขุดใหม่ ดินมักมีคุณภาพเป็นกรด ควรใช้ปูนขาวโรยให้ทั่วบ่อ ในอัตรา 1 กิโลกรัม ต่อเนื้อที่ 10 ตารางเมตร

ข. บ่อเก่า จำเป็นต้องปรับปรุงบ่อ โดยกำจัดวัชพืชออกให้หมดปลาที่ให้ผลผลิตสูง โดยเฉพาะพวกอาหารธรรมชาติที่มีอยู่ในบ่อ เช่น ไรน้ำ ตะไคร่น้ำ ตัวอ่อนของแมลงและสัตว์เล็ก ๆ ที่อยู่ในบ่อ ตลอดจน สาหร่าย และเห็บ ถ้าต้องการให้ปลาโตเร็วควรให้อาหารสมทบ เช่น รำ ปลาขี้ขาว ถากถั่วเหลือง ถากถั่วลิสง ถากมะพร้าว เห็บเป็ดและปลาป่น เป็นต้น การให้อาหารแต่ละครั้งไม่ควรให้ปริมาณมากเกินไปควรกะให้มีปริมาณเพียงพอแก่ความต้องการของปลาเท่านั้น ส่วนมากควรเป็นน้ำหนักราว 5% ของน้ำหนักปลาที่เลี้ยง ถ้าให้อาหารมากเกินไปปลาจะกินไม่หมด เสียค่าอาหารไปโดยเปล่าประโยชน์ และยังทำให้เน่าเสียเป็นอันตรายแก่ปลาได้

1.4 การเจริญเติบโต

ปลานิลเป็นปลาที่มีการเจริญเติบโตเร็ว เลี้ยงในเวลา 1 ปี จะมีน้ำหนักถึง 500 กรัม (ครึ่งกิโลกรัม) และเป็นปลาที่แพร่ขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว พ่อแม่ปลาซึ่งมีขนาดโตเต็มที่ เมื่อปล่อยลงเลี้ยงในบ่อ จะเริ่มวางไข่ได้ภายใน 2-3 สัปดาห์ ลูกปลาที่เกิดจากพ่อแม่ชุดนี้จะเริ่มวางไข่ได้ต่อไปอีก เมื่อมีอายุประมาณ 3-4 เดือน

ด้วยเหตุที่ปลานิลแพร่ขยายพันธุ์อย่างรวดเร็ว ดังนั้นจึงไม่ควรที่จะปล่อยให้จำนวนของปลาในบ่อมีปริมาณมากจนเกินไป หากพบว่ามีการเกิดลูกปลาขึ้นเป็นจำนวนมาก ควรจะจับลูกปลาแบ่งออกไปเลี้ยงยังบ่ออื่นบ้าง เพราะถ้าปล่อยให้อยู่กันอย่างหนาแน่น ปลาจะไม่เจริญเติบโต และจะทำให้อัตราการแพร่พันธุ์ลดน้อยลงอีกด้วย

2. ปลาดะเพียนขาว

ปลาดะเพียนขาว หรือที่เรียกติดปากกันสั้น ๆ ว่า ปลาดะเพียน ชื่อวิทยาศาสตร์เรียกว่า *Puntius gonionotus* เป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่งซึ่งมีถิ่นกำเนิดอยู่ทั่วไปในแถบประเทศอินโดนีเซีย ไทย เวียดนาม และ ลังกา

สำหรับในประเทศไทยนั้น หากจะค้นไปถึงว่าปลาชนิดนี้ประชาชนเริ่มรู้จักกันมาตั้งแต่สมัยไหน เชื่อกันว่าปลาชนิดนี้มีอยู่คู่กับแม่น้ำ ลำคลอง ในแถบภูมิภาคส่วนนี้มานานหนาแล้ว นับตั้งแต่สมัยสุโขทัย หรืออาจจะก่อนหน้านั้น เพราะมีลายของถ้วยชามเครื่องเคลือบปรากฏเป็นรูปปลาดะเพียนให้เห็นอยู่กลาดเกลื่อนแต่ชื่อ “ดะเพียน” ที่ใช้เรียกขานกัน

2.1 รูปร่างลักษณะและนิสัย

ปลาดะเพียนขาว มีลักษณะลำตัวแบนข้าง ขอบหลังโค้งยกสูงขึ้น หัวเล็ก ปากเล็ก ริมฝีปากบาง จะงอยปากแหลม มีหนวดสั้นเล็ก ๆ 2 คู่ มีเกล็ดตามเส้นข้างตัว 29-31 เกล็ด ลำตัวมีสีเงิน บริเวณส่วนหลังมีสีคล้ำ ส่วนท้องเป็นสีขาวนวล ปลาดะเพียนขาวซึ่งมีขนาดโตเต็มที่แล้ว จะมีลำตัวยาวที่สุดเกือบ 50 ซม.

ปลาตะเพียนขาวเป็นปลาน้ำจืด อาศัยอยู่ทั่วไปทั้งในแม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง แต่เจริญเติบโตแพร่ขยายพันธุ์ได้ในแหล่งน้ำซึ่งมีความกร่อยเล็กน้อย ฉะนั้นจึงสามารถเลี้ยงให้เจริญเติบโตได้ทั้งในบ่อน้ำจืดและน้ำกร่อย อ่างเก็บน้ำ ตลอดจนในนาข้าว

2.2 ลักษณะเพศและการแพร่ขยายพันธุ์

ลักษณะเพศ ลักษณะภายนอกของปลาตะเพียนขาวตัวผู้ และตัวเมีย คล้ายคลึงกันมาก แต่เมื่อใกล้ฤดูผสมพันธุ์ จะสังเกตได้ง่ายขึ้น คือ ตัวเมียมจะมีท้องอูมเป่ง พื้นท้องนูน และช่องเพศกว้างกว่าปกติ ส่วนตัวผู้ท้องจะแบน พื้นท้องแข็ง ถ้าเอามือลองรีดเบา ๆ ตรงบริเวณท้อง จะมีสีขาวขุ่นคล้ายน้ำมันไหลออกมา

ฤดูวางไข่ ปลาตะเพียนขาวจะวางไข่ราว ๆ ปลายเดือนพฤษภาคม ถึงกลางเดือนมิถุนายน ซึ่งเป็นระยะเวลาที่ฝนเริ่มตก หลังจากที่มีฝนตกหนักเพียง 2-3 ครั้ง ปลาก็จะวางไข่จนหมดไข่จะฟักออกเป็นตัวภายใน 8-12 ชั่วโมง ในอุณหภูมิของน้ำประมาณ 29-30 องศาเซลเซียส

แม่ปลาตะเพียนขาวตัวหนึ่ง ๆ สามารถมีไข่ได้ตั้งแต่ 50,000 - 100,000 ฟอง และชอบวางไข่ตามบริเวณชายฝั่งของลำธารเล็ก ๆ ที่ไหลลงมารวมกับลำธารใหญ่ซึ่งมีสภาพเป็นโคลน ปลาตะเพียนขาวสามารถวางไข่ในบ่อเลี้ยงได้ภายในปีแรก เมื่อแม่ปลามีขนาดตัวยาว 25 ซม

2.3 การนำปลาตะเพียนขาวมาเลี้ยงในบ่อ

2.3.1 บ่อ บ่อเลี้ยงปลาตะเพียนขาว ควรมี 3 ชนิดคือ

ก. บ่อผสมพันธุ์ ควรเป็นบ่อดินขนาด 10 ตารางเมตร หรือบ่อซีเมนต์ขนาด 10 ตารางเมตร มีน้ำถ่ายเทเล็กน้อยอยู่ตลอดเวลา

ข. บ่ออนุบาล ควรเป็นบ่อดินที่เตรียมไว้สะอาดแล้ว ขนาด 200-400 ตารางเมตร ความลึกของบ่อประมาณ 1.5 เมตร มีการถ่ายเทน้ำได้พอสมควร ใช้เลี้ยงลูกปลาตะเพียนขาวซึ่งมีอายุได้ประมาณ 15 วัน จนลูกปลามีขนาดความยาวประมาณ 5-7 เซนติเมตร ระยะอนุบาลลูกปลาดังกล่าวนี้ ควรปล่อยลูกปลาในอัตรา 15 ตัวต่อ 1 ตารางเมตร หรือประมาณ 25,000 ตัวต่อไร่

ค. บ่อเลี้ยง ควรเป็นบ่อดินซึ่งมีขนาด 400 ตารางเมตรขึ้นไป จนถึงขนาด 1 ไร่ หรือมากกว่านั้น ความลึกของน้ำในบ่อควรให้เกินกว่า 1 เมตรขึ้นไป ใช้เลี้ยงลูกปลาที่มีขนาด ความยาว 5-7 เซนติเมตร หากปลาที่ปล่อยลงเลี้ยงมีขนาดโตกว่านั้นควรปล่อยในอัตรา 2-3 ตัวต่อ 1 ตารางเมตร

2.3.2 การเตรียมบ่อ

ก. บ่อใหม่ หากเป็นบ่อที่ขุดใหม่ ดินมักจะเป็นกรด ควรใช้ปูนขาวโรยให้ทั่ว บ่อ ในอัตรา 1 กิโลกรัม ต่อเนื้อที่ 10 ตารางเมตร

ข. บ่อเก่า จำเป็นต้องปรับปรุงบ่อ โดยกำจัดวัชพืชให้หมด เช่น ผัก คบขวา จอก บัว และหญ้าต่าง ๆ เพราะวัชพืชเหล่านี้จะปกคลุมผิวน้ำ เป็นอุปสรรคต่อการหมุนเวียนของอากาศ และเป็นที่อยู่อาศัยของศัตรูได้ ถัดมาควรลอกเลนขึ้นมาตากแห้ง และทำท่อระบาย น้ำให้เรียบร้อย ตากบ่อนั้นทิ้งไว้จนแห้ง แสงแดดจะช่วยกำจัดเชื้อโรคและช่วยให้คุณภาพของดิน ในบริเวณบ่อมีคุณสมบัติดีขึ้น

ก่อนปล่อยปลาลงเลี้ยง ต้องกำจัดศัตรูของปลาตะเพียน ได้แก่ พวกลูกปลาเนื้อ เช่น ปลาส่อน ปลาสะโค ปลาดุก กบ เขียด และงู ฯลฯ โดยการระบายน้ำออกจากบ่อให้แห้งขอดแล้ว จับขึ้นให้หมด ในกรณีที่ไม่สามารถระบายน้ำออกได้ ควรใช้โล่ดินสด 1 กิโลกรัม ต่อปริมาณน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร วิธีใช้คือ ทุบหรือบดโล่ดินให้ละเอียด นำลงแช่น้ำสัก 1 หรือ 2 ปีบ ขยำ โล่ดินเพื่อให้น้ำสีชาออกมาหลาย ๆ ครั้งจนหมด แล้วนำไผ่สานให้ทั่วบ่อ ศัตรูพวกปลาดังกล่าวก็จะค่อยลอยขึ้นมา ต้องเก็บออกทิ้ง อย่าปล่อยให้น้ำอยู่ในบ่อเพราะจะทำให้ปลาเสียได้ก่อนที่จะปล่อย ปลาลงเลี้ยง ควรทิ้งระยะไว้ประมาณ 7-10 วัน เพื่อให้ฤทธิ์ของโล่ดินสลายตัว

ค. การใส่ปุ๋ย ปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งได้แก่ ปุ๋ยคอกที่ตากแห้งแล้ว หรือปุ๋ยหมัก อัตราการใส่ปุ๋ยประมาณ 50-200 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะแรกนั้นควรใส่ปุ๋ยในขณะที่ตากบ่อก่อน ระบายน้ำเข้า ระยะหลัง ๆ ควรใส่ในอัตราครั้งละครึ่งหนึ่งของระยะแรก จนกระทั่งน้ำมีสีเขียว ลักษณะเช่นนี้แสดงว่ามีอาหารธรรมชาติเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์แล้ว

ปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยวิทยาศาสตร์ อาจหาซื้อได้ในรูปที่ผสมเสร็จแล้ว, โดยมีอัตรา ส่วนของฟอสฟอรัสสูงกว่าส่วนผสมอื่น และใช้ในอัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ต่อเดือน

2.4 การอนุบาลลูกปลา

2.4.1 ลูกปลาที่ฟักออกมาเป็นตัวในระยะแรกจะมีถุงไข่ติดอยู่ ไม่ต้องให้อาหาร

2.4.2 ลูกปลาซึ่งมีอายุระหว่าง 3-5 วัน ควรให้อาหารพวกไข่ต้มเอาเฉพาะ ไข่แดงมาละลายน้ำให้ลูกปลากินเป็นอาหาร วันละ 3 เวลา เช้า กลางวัน และเย็น

2.4.3 หลังจากนั้นแล้ว ควรนำไปเลี้ยงในบ่ออนุบาล ขนาด 200-400 ตารางเมตร หรือ บ่อที่มีน้ำที่มากกว่านี้ก็ได้หากต้องการทำการค้า น้ำลึกไม่เกิน 1 เมตร บ่ออนุบาลดังกล่าวนี้ใช้ เลี้ยงลูกปลาวัยอ่อนจนโต ขนาดลำตัวยาว 5-7 เซนติเมตร

อาหารที่ใช้เลี้ยงลูกปลาระยะนี้ ประกอบด้วย ปลาป่น กากถั่ว รำ ในอัตราส่วน ปลาป่น 1 ส่วน กากถั่ว 1 ส่วน และรำ 2 ส่วน การให้อาหารควรใช้วิธีโรยให้ทั่วบ่อ วันละ 2 ครั้ง เช้า-เย็น ในระยะแรก ๆ ของการปล่อยลูกปลาจะไม่เห็นลูกปลาขึ้นมากิน แต่หลังจากปล่อยไปแล้ว ประมาณ 2 สัปดาห์ ลูกปลาจะโผล่ขึ้นจนเห็นได้ชัด ขณะที่ลอยตัวขึ้นมากินอาหารที่โรยไว้

เมื่อลูกปลามีความยาวประมาณ 5-7 ซม. ต้องย้ายลูกปลาเหล่านี้ลงเลี้ยงในบ่อ เลี้ยง (บ่อดินขนาด 400 ตารางเมตรขึ้นไปจนถึงขนาด 1 ไร่) ปล่อยในอัตรา 2-3 ตัวต่อหนึ่งตาราง เมตร

2.5 การเลี้ยงปลาใหญ่

ปลาที่จะเลี้ยงจนโตได้ขนาดตามที่ต้องการ นอกจากใช้อาหารธรรมชาติซึ่งมีอยู่ใน บ่อ ผู้เลี้ยงจำเป็นต้องให้อาหารสมทบเพิ่มเติม เพื่อเป็นการเร่งให้ปลามีอัตราการเจริญเติบโตเร็วขึ้น อาหารสมทบดังกล่าวได้แก่

- แหนเบ็ดและไข่น้ำ (ไข่น้ำเป็นพืชที่เกิดขึ้นลอยอยู่บนผิวน้ำปะปนกับพวกจอก แหน มีลักษณะเป็นเม็ดกลม ๆ ขนาดเท่า ๆ กับสาหร่ายเล็กที่ยังไม่แช่น้ำ มีสีค่อนข้างเขียวอ่อน ชาวอีสานเรียกว่า “ฝีม”) ใช้โปรยให้กินสด ๆ

- เศษผัก ผักบุ้ง ผักกาดขาว และเศษผักต่าง ๆ โดยวิธีต้มให้เปื่อยผสมกับรำหรือปลายข้าวที่ต้มสุก

- กากถั่วเหลือง กากถั่วลิสง ไข่แขวนหรือใส่กะบะไม้ไว้ในบ่อ

- ส่วนอาหารจำพวกเนื้อสัตว์ หรือสัตว์ที่มีชีวิต เช่น ตัวไหม ปลวก ไข่เดือนหนอน มด ฯลฯ ใช้โปรยให้กิน พวกเครื่องในและเลือดของสัตว์ต่าง ๆ เช่น หมู วัว ควาย ใช้บดผสมคลุกเคล้ากับรำและปลายข้าว ซึ่งต้มสุกแล้ว นำไปใส่ในกะบะไม้ในบ่อ

การให้อาหาร ให้วันละครั้ง ในตอนเช้าหรือตอนเย็น ครั้งละประมาณ 5% ของน้ำหนักปลาที่เลี้ยง ถ้าให้มากเกินไป เศษอาหารที่เหลือจะทำให้ น้ำในบ่อเสีย

2.6 การเจริญเติบโต

ลูกปลาวงจะเจริญเติบโตไม่เท่ากัน จำเป็นต้องคัดปลาที่มีขนาดใกล้เคียงในบ่อเดียวกัน เพราะถ้าเลี้ยงรวมกัน จะทำให้ลูกปลาที่เล็กกว่าเติบโตได้ไม่เท่าที่ควร และเมื่อปลามีขนาดโตขึ้น ต้องแบ่งไปเลี้ยงบ่ออื่น อย่าปล่อยให้อยู่แน่นเกินไป เพราะปลาจะไม่เจริญเติบโตเท่าที่ควร ปลาตะเพียนขาว ซึ่งใช้เวลาเลี้ยงประมาณ 6 เดือนเท่านั้น จะมีน้ำหนักประมาณ 3-4 ตัว ต่อ 1 กิโลกรัม

3. ปลาสด

ปลาสดเป็นปลาน้ำจืดในภาคพื้นเอเชีย พบมากแถบประเทศไทย เขมร เวียดนาม มาเลเซีย อินโดนีเซีย และฟิลิปปินส์ สำหรับประเทศไทยมีชุมชนและนิยมเลี้ยงกันมากในแถบบริเวณภาคกลางของประเทศ และนิยมเลี้ยงในนาข้าวเป็นส่วนมาก

3.1 รูปร่างลักษณะและนิสัย

ปลาสดมีรูปร่างลักษณะคล้ายปลากะตักมีมือ แต่ขนาดโตกว่า มีลักษณะแบนข้าง มีครีบท้องยาวครีบอกยาว สีของลำตัวมีวรรณะค่อนข้างเทาออกเขียว หรือมีสีคล้ำเป็นพื้นและมีริ้วดำ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พาดขวางตามลำตัวจากหัวถึงโคนหาง มีเกล็ดบนเส้นข้างตัวประมาณ 42-47 เกล็ด ปากเล็กยืดหดได้ ปลาสลิดซึ่งมีขนาดใหญ่เต็มที่จะมีความยาวประมาณ 20 ซม.

ปลาสลิดชอบอยู่ในน้ำนิ่ง เช่น ตามหนอง และบึง มักชอบอาศัยอยู่ตามบริเวณที่มีพันธุ์ไม้น้ำ เช่น ผัก และสาหร่าย เพื่อใช้เป็นที่พักอาศัยกำบังตัว และก่อหวอดวางไข่ เนื่องจากปลาชนิดนี้โตเร็วในแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีอาหารพวกพืช ซึ่งได้แก่ สาหร่ายตลอดจนพืชและสัตว์เล็ก ๆ จึงสามารถที่จะนำมาเลี้ยงในบ่อและในนาข้าวได้เป็นอย่างดี

3.2 การแพร่ขยายพันธุ์

ลักษณะเพศ ปลาสลิดตัวผู้และตัวเมียแตกต่างกันอย่างมองเห็นได้ชัด คือ ปลาตัวผู้มีลำตัวยาวเรียว สันหลังและสันท้องเกือบเป็นเส้นตรง ขนานกัน มีครีบท้องยาวจรดหรือเลยโคนหาง มีสีตัวเข้มและสววกว่าตัวเมีย ส่วนตัวเมียมีสันท้องยาวมนไม่ขนานกับสันหลัง และครีบท้องมักมนไม่ยาวจนถึงโคนหาง สีตัวจางกว่าตัวผู้ ในฤดูวางไข่ท้องจะอูมโป่งออกมาทั้งสองข้าง

ฤดูวางไข่ ปลาสลิดสามารถผสมพันธุ์และวางไข่ได้เมื่อมีอายุถึง 7 เดือน ขนาดโดยเฉลี่ยเมื่อเติบโตเต็มที่แล้วจะมีลำตัวยาวประมาณ 6-7 นิ้ว หนัก 130-140 กรัม ฤดูวางไข่นั้นแตกต่างกันออกไปแล้วแต่แหล่งที่ใช้เลี้ยงปลา อย่างไรก็ตาม ปลาสลิดจะเริ่มวางไข่ตั้งแต่เดือนเมษายนจนถึงเดือนสิงหาคม หรือในฤดูฝน แม่ปลาตัวหนึ่ง ๆ จะสามารถวางไข่ได้หลายครั้ง แต่ครั้งจะได้ประมาณ 4,000 - 10,000 ฟอง ลักษณะของไข่ปลาสลิดเป็นสีเหลือง

3.3 บ่อเลี้ยงปลาสลิด

บ่อที่จะใช้เลี้ยงปลาสลิด ต้องมีขนาดบ่อกว้างอย่างน้อย 1 เมตร สำหรับให้ปลาวางไข่ ผิดกับบ่อเลี้ยงปลาชนิดอื่น ๆ ซึ่งไม่ต้องมีขนาดบ่อ บ่อเลี้ยงปลาสลิดนี้ ขนาดเล็กที่สุดกว้างประมาณ 10 เมตร ยาว 20 เมตร และลึก 1.50 เมตร ถ้าอยู่ติดกับแม่น้ำลำคลอง มีทางระบายถ่ายเทน้ำได้สะดวกด้วยแล้ว นับว่าเป็นทำเลที่ดี

3.4 การเตรียมบ่อ

3.4.1 ใส่ปูนขาว บ่อดินซึ่งขุดใหม่โดยทั่วไปคุณภาพของดินมักจะเป็นกรด ควรใส่ปูนขาว (คุณสมบัติเป็นด่าง) ลงไปเพื่อแก้ความเป็นกรดของดินให้เจือจางลง โดยการโรยปูนขาวให้ทั่วบ่อ อัตราของปูนขาวควรใช้ประมาณ 1 กิโลกรัม ต่อเนื้อที่ 10 ตารางเมตร เมื่อความเป็นกรดของดินลดลงไปแล้ว น้ำที่เข้ามาในบ่อใหม่ก็จะรักษาความเป็นกลางหรือเป็นด่างเล็กน้อยไว้ได้ จัดว่าเป็นน้ำที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับใช้เลี้ยงปลา

3.4.2 กำจัดสิ่งรก ถ้าเป็นบ่อเก่า ต้องกำจัดวัชพืชต่าง ๆ ให้หมด หากบ่อดินแข็ง ต้องสูบน้ำออก แล้วลอกเลนและตบแต่งคันบ่อให้มั่นคง แข็งแรง ตากบ่อนั้นให้แห้งประมาณ 1 สัปดาห์ เพื่อให้แสงแดดช่วยฆ่าและกำจัดเชื้อโรค

สำหรับบ่อเก่าที่ไม่จำเป็นต้องลอกเลน หลังจากกำจัดพวกวัชพืชต่าง ๆ ออกแล้วใช้โล่ดินสด 1 กิโลกรัม ต่อน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร ทบโล่ดินให้ละเอียดแช่น้ำไว้สัก 1 หรือ 2 ปี ขยำโล่ดินเพื่อให้น้ำสีขาวออกมาหลาย ๆ ครั้งจนหมดแล้วนำไปสาธให้ทั่วบ่อ เพื่อกำจัดปลาและสัตว์ชนิดอื่น ๆ ที่เป็นศัตรูของปลา ศัตรูปลาที่ตายลอยขึ้นมานั้นต้องเก็บออกทิ้งให้หมด อย่าปล่อยให้เน่าอยู่ในบ่อ บ่อที่ใส่โล่ดินแล้วควรทิ้งไว้ประมาณ 7-8 วัน เพื่อให้โล่ดินสลายตัวหมดเสียก่อน จึงค่อยนำพันธุ์ปลาสดปล่อยลงเลี้ยงต่อไป

3.4.3 เตรียมเพาะตะไคร่น้ำ ตะไคร่น้ำเป็นอาหารธรรมชาติที่จำเป็น สำหรับลูกปลา สลิดขนาดเล็กและใหญ่ ดังนั้น ในบ่อปลาควรให้มีอาหารธรรมชาติเกิดขึ้นอยู่เสมอ โดยการใช้ปุ๋ยคอกโรยให้ทั่วบ่อในช่วงที่กำลังตากบ่ออยู่ ในอัตราส่วนปุ๋ยคอก 100 กิโลกรัมต่อเนื้อที่ 1 ไร่ แล้วให้น้ำเข้าบ่อสูงประมาณ 10-20 เซนติเมตรจากคันบ่อ ทิ้งไว้ประมาณ 7-10 วัน ตะไคร่น้ำหรือที่เรียกว่าชีแฉะก็จะเกิดขึ้นในบ่อ จากนั้นจึงปล่อยน้ำเข้าบ่อตามระดับที่ต้องการ

ถ้าเป็นบ่อใหม่ ภายหลังที่ใส่ปุ๋ยและปล่อยน้ำเข้ามาแล้ว ควรนำเชื้อตะไคร่น้ำ ซึ่งหาได้จากน้ำที่มีสีเขียวจัดโดยทั่วไป มาใส่ลงในบ่อเพื่อเร่งให้เกิดตะไคร่น้ำเร็วขึ้น

3.4.4 ใส่พันธุ์ไม้น้ำในบ่อปลา ในบ่อปลาสดควรปลูกพันธุ์ไม้น้ำ จำพวกผักนึ่ง แพงพวย และผักกระเฉด ทั้งนี้เพื่อให้เหมาะกับนิสัยและความเป็นอยู่ของปลาสด การปลูกพันธุ์ไม้น้ำดังกล่าว ควรจะปลูกตามบริเวณขานบ่อที่มีน้ำตื้น ๆ พันธุ์ไม้น้ำเหล่านี้นอกจากจะเป็นอาหารของปลาสดและให้ร่มเงาแล้ว ยังเป็นที่สำหรับปลาใช้วางไข่ในฤดูฝนอีกด้วย

3.4.5 ใส่ปุ๋ย การใส่ปุ๋ยในบ่อก็เพื่อให้บ่อปลา มีอาหารธรรมชาติพวกพืชน้ำ และไรน้ำ เล็ก ๆ เกิดขึ้นอยู่เสมอ ปุ๋ยที่ใช้ได้แก่ ปุ๋ยคอก (มูลโค มูลกระบือ ที่ตากแห้ง) โรยตามริมบ่อใน อัตราเนื้อที่ 160 ตารางเมตรต่อปุ๋ย 10 กิโลกรัม หรืออาจใช้ปุ๋ยหมักกองไว้ที่ริมบ่อด้านใดด้านหนึ่ง ปุ๋ยหมักนี้ใช้หญ้าสดที่คายเป็นกองอัดให้แน่น แล้วใส่ปุ๋ยคอกผสมลงไปด้วย เพื่อให้หญ้าสดสลายตัว เร็วเข้า ปุ๋ยเหล่านี้จะเป็นอาหารของพวกพืชน้ำและไรน้ำ ทำให้เจริญเติบโตเพื่อเป็นอาหารของปลา สลิดต่อไป

3.4.6 ปล่อยปลา สลิดลงเลี้ยง เวลาที่เหมาะสมในการปล่อยปลาลงบ่อ ควรเป็นเวลาเช้าตรู่ หรือเวลาเย็น เพราะในเวลาดังกล่าวนี้ น้ำในบ่อมีอุณหภูมิไม่ร้อนจัด ทำให้ปลาที่ปล่อยลงไป ใหม่ ปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ง่าย อัตราส่วนของปลาที่ปล่อยลงเลี้ยงในเนื้อที่ผิวน้ำ 1 ตารางเมตร ควรใช้ปลาประมาณ 5-10 ตัวเป็นอย่างมาก

3.5 การเพาะพันธุ์ปลาสลิด

3.5.1 การคัดเลือกพันธุ์ปลาสลิด ปลาสลิดที่จะใช้เป็นพ่อ-แม่พันธุ์ ควรเลือกตัวที่มี ขนาดใหญ่ แข็งแรง สมบูรณ์ ไม่มีแผล ครีบและหางไม่แตก ขนาดของปลาที่จะสามารถสืบพันธุ์ ได้ ลำตัวจะต้องยาวกว่า 10 เซนติเมตร ขึ้นไป แต่ไม่ควรมีขนาดยาวเกินกว่า 20 เซนติเมตร เพราะ ความปราดเปรียวของปลาที่มีขนาดโตจะน้อยลง อัตราส่วนปลาตัวผู้และตัวเมียที่จะปล่อยลงใน บ่อนั้น ควรใช้ตัวเมีย 1 ตัว ต่อตัวผู้ 1 ตัว

3.5.2 การจัดให้ปลาสลิดวางไข่ ปลาสลิดจะเริ่มวางไข่ตั้งแต่เดือนเมษายนจนถึงเดือน สิงหาคม หรือในฤดูฝน แม่ปลาตัวหนึ่งจะวางไข่ได้หลายครั้ง ประมาณคราวละ 4,000 - 10,000 ฟอง ดังนั้น การจัดบ่อเพาะเลี้ยงปลาสลิดจึงควรให้เสร็จภายในเดือนมีนาคม

จากการเพาะเลี้ยงพบว่า ถ้าได้จัดบ่อด้วยวิธีการดังต่อไปนี้ จะทำให้ลูกปลาสลิดมี โอกาสรอดชีวิตเพิ่มขึ้นอีกมาก

(1) ระบายน้ำเข้าบ่อผ่านตะแกรงที่มีช่องตาขนาด 1 มิลลิเมตรจนท่วมขานบ่อโดย รอบให้มีระดับสูง 20-30 เซนติเมตร ปลาจะเข้าก่อกองวางไข่มากขึ้น ทั้งอาณาเขตบ่อก็จะกว้าง ขวางกว่าเดิม เป็นการเพิ่มที่วางไข่และที่เลี้ยงตัวของลูกปลามากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) สาตปุ๋ยคอกที่ตากจนแห้ง บนบริเวณขานบ่อที่ใช้น้ำให้ท่วมขึ้นมาใหม่นั้น ตามอัตราที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นในเรื่องการใส่ปุ๋ย จะทำให้เกิดไร่น้ำ และช่วยทำให้ผักหญาบนขานบ่อเจริญงอกงาม

(3) ปล่อยให้ผักหญาพันธุ์ไม้น้ำขึ้นรกในบริเวณขานบ่อหรือจะปลูกเพิ่มเติมได้ก็จะเป็นการดี เพราะพันธุ์ไม้น้ำ ซึ่งได้แก่ พวกผักบุ้ง แพงพวย และผักกระเฉด ปลาสลิดจะชอบใช้เป็นทำเลที่ก่อกวอดวางไข่ กิ่งใบและก้านของพันธุ์ไม้น้ำเหล่านี้ จะเป็นสิ่งสำคัญในการยึดเหนี่ยวหวอด มิให้ลมพัดกระจัดกระจายไป และเมื่อไข่ปลาฟักออกเป็นตัวแล้ว ก็จะเป็นที่ให้อุปปลาได้อาศัยเลี้ยงตัวกำบังร่มเงาและหลบหลีกศัตรูได้เป็นอย่างดีจนกว่าจะแข็งแรงหลบหลีกลงน้ำลึกได้

3.5.3 การวางไข่ ก่อนจะเริ่มวางไข่ ปลาสลิดตัวผู้จะเป็นฝ่ายเตรียมการ ขึ้นแรกตัวผู้จะเลือกสถานที่ โดยการก่อกวอดไว้ในระหว่างคันวัชพืชที่โปร่ง ๆ ไม่หนาทึบเกินไป เพราะปลาสลิดตัวเมียชอบวางไข่ในที่ร่มมากกว่ากลางแจ้ง

ปลาสลิด นอกจากเพาะให้ขยายพันธุ์ในบ่อดังกล่าวแล้ว ยังใช้วิธีเพาะในภาชนะได้อีกด้วย ดังจะได้กล่าวให้ทราบต่อไปนี้ คือ

จากการทดลองได้ผลมาแล้ว ใช้ถังไม้สักปากกว้าง 1.50 เมตร ยาว 3 เมตร ลึก 60 เซนติเมตร ใช้น้ำคลองที่สะอาดใสให้น้ำมีความลึกเพียง 40 เซนติเมตร วางไว้กลางแจ้งทำเป็นเพิงคลุมถึงขนาด 2 ใน 4 ของถังเพื่อกำบังแดด ใส่ผักบุ้งลงในถังประมาณ 3 ใน 4 ของเนื้อที่ภายในถัง ปล่อยแม่ปลาที่กำลังมีไข่แก่ลงไป 10 ตัว ตัวผู้ 10 ตัว หลังจากปล่อยลงถึงเพียง 4-6 วัน ปลาสลิดจะเริ่มก่อกวอดวางไข่ ไข่ปลาจะฟักเป็นตัว และเติบโตเช่นเดียวกับการเพาะฟักในบ่อดิน จากนั้น จึงช้อนฟ่อปลาแม่ปลาออก เลี้ยงลูกปลาในถังนี้ไปก่อน โดยให้ไข่ผงหรือไร่น้ำเป็นอาหารไปสัก 2 สัปดาห์ ต่อจากนี้ก็ควรให้รำผงละเอียดโปรยให้กินต่อไปจนกว่าลูกปลาจะมีขนาดยาวได้ 2 เซนติเมตร จึงค่อยย้ายลูกปลานั้นนำไปปล่อยลงบ่อเลี้ยงขนาดใหญ่ ซึ่งได้เตรียมไว้แล้ว

3.6 การเจริญเติบโต

ไข่ปลาสลิดจะเริ่มฟักเป็นตัวภายในระยะ 24 ชั่วโมง โดยทยอยออกเป็นตัวเรื่อย ๆ ไข่จะออกเป็นตัวหมดภายใน 48 ชั่วโมง แต่ไข่บางฟองที่ไม่ได้รับการผสม จะมีลักษณะบวมเป็นราสีขาวไม่ออกเป็นตัว

ลูกปลาที่ออกจากไข่ใหม่ ๆ มีถุงอาหารติดอยู่ที่ท้อง ยังไม่กินอาหารจนกว่าจะพ้น 7 วันไปแล้ว เมื่อถุงอาหารยุบหมดจึงจะเริ่มกินอาหารต่าง ๆ และเมื่ออายุได้ 7 เดือน จะมีความยาวตั้งแต่ 10 เซนติเมตรขึ้นไป ซึ่งนับเป็นขนาดที่พร้อมจะสืบพันธุ์ได้ต่อไปอีก

3.7 การให้อาหาร

อาหารที่ปลาสลิดชอบกินก็คือ ตะไคร่น้ำ รำละเอียด หรือปลายข้าว โดยต้มปนกับผักบุงที่หั่นแล้ว รวมทั้งเห็ดสด และปลวก

ตะไคร่น้ำและไร่น้ำเป็นอาหารของลูกปลาในวัยอ่อนอายุตั้งแต่ 7 วัน ถึง 1 เดือน เมื่อปลาอายุได้ 21 วันแล้ว ควรลองให้รำข้าวอย่างละเอียด ต้มปนกับผักบุงที่หั่นละเอียดหรือเห็ดสด และปลวกบ้าง เพราะลูกปลาบางตัวเจริญเติบโตเร็วจนสามารถกินอาหารดังกล่าวได้

สำหรับผักบุงที่ใช้ต้มปนกับรำนั้น ควรใช้ผัก 1 ส่วน รำ 2 ส่วน โดยต้มผักให้เปื่อยเสียก่อน แล้วจึงเอารำลงไปเคล้า ปั่นเป็นก้อน การให้อาหารควรให้เพียงวันละ 2 ครั้ง ในเวลาเช้า โดยจัดวางบนแป้นไม้ระดับน้ำ 1 คืบ ควรกะปริมาณอาหารให้ปลากินหมดพอดีในวันหนึ่ง ๆ ถ้าอาหารเหลือข้ามวันจะเกิดการบูดเน่า ทำให้เน่าเสีย แต่การที่จะกำหนดปริมาณอาหารให้แน่นอนลงไปเป็นการยากที่จะคำนวณได้ เพราะปลาย่อมเจริญเติบโตขึ้นทุกวัน อาหารที่ให้แต่ละคราวจึงต้องคอยเพิ่มปริมาณให้มากขึ้นอยู่เสมอ เพื่อให้เพียงพอกับความต้องการของปลา

การให้อาหารแต่ละครั้ง ควรพยายามให้เป็นเวลา และควรให้อาหารในระหว่างที่อากาศยังไม่ร้อน คือ ในช่วงเช้าและเย็น ก่อนวางอาหารบนแป้นไม้ ควรคั่วรำให้เป็นสัญญาณเสียก่อน ปลาจะได้เชื่องและมีความเคยชิน

4. ปลาดุก

นับตั้งแต่สมัยโบราณจนถึงปัจจุบัน ปลาน้ำจืดที่ชาวไทยยกย่องกันว่า เนื้อมีรสชาติอร่อยนุ่มหวาน สามารถนำมาปรุงแต่งเป็นอาหารชนิดต่าง ๆ ใดๆ ได้มากที่สุดคือ “ปลาดุก”

ปัจจุบันนี้ แม้จะพบว่าปลาดุกมีขายอยู่ตามตลาดทั่วไปก็ตาม แต่ก็ซื้อขายกันในราคาสูง เนื่องจากความนิยมของประชาชน นับวันก็ยิ่งทวีความต้องการมากขึ้น ฉะนั้นแม้ปลาชนิดนี้จะมีผู้นิยมเลี้ยงกันมาเป็นเวลานาน แต่ค่านิยมก็มิได้ลดน้อยลงแม้แต่น้อย ปลาดุกชนิดที่ประชาชนนิยมบริโภค คือ “ปลาดุกด้าน” ที่นับว่าสำคัญอีกประการหนึ่ง เป็นเพราะปลาดุกเลี้ยงง่าย โตเร็ว อดทนต่อสิ่งแวดล้อม สามารถทนทานต่อการขนส่งระยะไกล ๆ จึงมีผู้สนใจเลี้ยงปลาดุกมากขึ้นตามลำดับ

กรมประมง จึงได้ทดลองและค้นคว้าหาวิธีเพิ่มปริมาณ ด้วยวิธีการเพาะพันธุ์จากแหล่งน้ำธรรมชาติ และวิธีการผสมเทียม ตลอดจนวิธีเลี้ยง เพื่อให้เป็นไปตามหลักวิชาโดยตระหนักถึงผลประโยชน์ที่ประชาชนคนไทยจะพึงได้รับ ไม่ว่าจะเลี้ยงเพื่อเป็นอาหาร หรือเพื่อการจำหน่ายให้มีรายได้เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้พี่น้องร่วมชาติได้มีชีวิตอยู่อย่างสมบูรณ์พูนสุข อยู่ดีกินดีในที่สุด

4.1 แหล่งกำเนิดและลักษณะโดยทั่วไป

ในประเทศไทยมีพันธุ์ปลาดุกอยู่ 5 ชนิด แต่ที่รู้จักกันแพร่หลายมีอยู่ 2 ชนิด คือ “ปลาดุกด้าน” (*Clarias batrachus*) และ (*Clarias macrocephalus*) จากผลของการทดลอง พบว่า ปลาดุกด้านมีความเหมาะสมที่จะนำมาเลี้ยงมากกว่าปลาดุกอูย แหล่งกำเนิดของปลาชนิดนี้มีอยู่ทั่วไปในน่านน้ำจืด ในเขตร้อนแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น อินเดีย ไทย พม่า ลาว กัมพูชา เวียดนาม อินโดนีเซีย และหมู่เกาะบอร์เนียว ฟิลิปปินส์ สำหรับในประเทศไทยนั้น จะพบว่ามีอยู่ทั่วไปตามลำคลอง หนองบึง ทั่วทุกภาค โดยธรรมชาติปลาดุกจะอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำ ซึ่งมีพื้นดินเป็นโคลนตมที่มีน้ำจืดสนิท และแม้แต่ในแหล่งที่มีน้ำแต่เพียงเล็กน้อย หรือน้ำที่ค่อนข้างกร่อย ปลาดุกก็สามารถอาศัยอยู่ได้

ปลาดุกเป็นปลาที่อยู่ในครอบครัว Clariidae ลักษณะโดยทั่วไปเป็นปลาไม่มีเกล็ด ตัวยาวเรียว ครีบหลังยาวไม่มีกระดูก ครีบท้องยาวเกือบถึงโคนหาง มีอวัยวะช่วยในการหายใจ ซึ่งช่วยให้ปลาดุกมีความอดทนสามารถอยู่พ้นน้ำได้นาน ขนาดนัยน์ตาของปลาดุกจะดูเล็กผิดส่วน ถ้าเทียบกับขนาดของลำตัว มีหนวด 4 คู่ ซึ่งสามารถรับรู้สีกต่าง ๆ ได้ดี ฉะนั้น ปลาดุกจึงใช้หนวดมากกว่าใช้ตาเมื่อหาอาหารตามพื้นน้ำดินโดยปกติแล้วปลาดุกมีนิสัยขี้อาย ชอบกินอาหารจำพวกเนื้อสัตว์ แต่ถ้านำมาเลี้ยงในบ่อ อาจให้อาหารจำพวกพืช และสามารถฝึกนิสัยให้ปลาดุกขึ้นมากินอาหารบริเวณผิวน้ำได้

ความแตกต่างของ “ปลาดุกด้าน” และ “ปลาดุกอุย” นั้น สามารถเห็นได้ชัดเจนบริเวณกระดูกท้ายทอย เพราะท้ายทอยของปลาดุกด้านมีลักษณะแหลมเป็นรูปสามเหลี่ยม ต่างจากท้ายทอยของปลาดุกอุย ซึ่งมีลักษณะมนโค้ง ลักษณะอื่น ๆ คือสีของลำตัว แต่การสังเกตลักษณะประการหลังนี้ ต้องอาศัยความชำนาญ

4.2 การเลี้ยงปลาดุกขนาดใหญ่

4.2.1 การเตรียมบ่อสำหรับเลี้ยงปลาดุกนั้น ควรจะได้พิจารณาเป็นพิเศษ แตกต่างกว่าการเตรียมบ่อเลี้ยงปลาชนิดอื่น ทั้งนี้เนื่องจากปลาดุกมีนิสัยชอบหนีออกจากบ่อเลี้ยง โดยเฉพาะขณะที่ฝนตกน้ำไหลลงไปในบ่อ ปลาจะว่ายทวนน้ำออกไป ฉะนั้นการเตรียมบ่อ ควรจะได้หาทางป้องกันไว้ด้วย โดยทั่ว ๆ ไป ผู้เลี้ยงปลาดุกมักนิยมล้อมขอบบ่อด้วยรั้วไม้รวกหรือฝือก ซึ่งมีความสูงประมาณ 50 เซนติเมตร หรืออาจใช้คันหมากทาบน้ำหนากับขอบบ่อโดยรอบ สำหรับผู้ที่มิได้อยู่ใกล้กับแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น คลอง คู ควรพิจารณากรุภายในบ่อด้วยไม้ เพื่อป้องกันไม่ให้ปลาเจาะชนหนีไปได้

4.2.2 อัตราการปล่อยปลาลงเลี้ยง ในเนื้อที่ 1 ตารางเมตร ควรปล่อยปลาที่มีขนาดยาว 5-7 เซนติเมตร ประมาณ 60 ตัว ถ้าปลามีขนาดเล็กกว่านี้ควรปล่อยประมาณตารางเมตรละ 70 ตัว สำหรับบ่อที่มีการถ่ายเทน้ำได้สะดวก จะเพิ่มจำนวนปลาให้มากกว่านี้เล็กน้อยก็ได้ แต่ไม่ควรปล่อยให้มากเกินไปจนแน่น จะทำให้ปลาเจ็บโตช้า และทำอันตรายกันเอง

4.3 อาหารและการให้อาหาร

4.3.1 อาหารลูกปลา ลูกปลาซึ่งมีถุงไข่แดงยุบหมดแล้ว ควรจะให้อาหารจำพวกไรน้ำต่อไปประมาณ 5-7 วัน ในเวลาเช้าและเย็น ต่อจากนั้นก็ให้อาหารจำพวกเนื้อสัตว์ ได้แก่

- (1) อาหารจำพวกแมลง เช่น ปลวก ลูกน้ำ ไรน้ำ ฯลฯ
- (2) เนื้อสัตว์ เช่น เศษเนื้อวัว ควาย ปลา ไข่เป็ด ไข่ไก่ เลือด และเครื่องใน ฯลฯ
- (3) เนื้อกุ้ง หอย และปูต่าง ๆ
- (4) เนื้อสัตว์จำพวกกบ เขียด และอื่น ๆ

อาหารจำพวกเนื้อสัตว์เหล่านี้จะต้องนำมาสับจนละเอียด แต่สำหรับเนื้อปลานั้น ควรใช้ด้ามทั้งตัวให้สุกเสียก่อน แล้วจึงให้ลูกปลากินระวังอย่าให้อาหารมากจนเกินขนาดจะทำให้ปลาตายได้ เนื่องจากอาหารย่อยไม่ทัน ทั้งอาหารที่เหลือก็จะทำให้น้ำเสียได้ง่าย นอกจากอาหารจำพวกเนื้อแล้ว อาหารจำพวกพืช เช่น กากถั่ว รำต้ม กากมัน ถั่วเขียวให้เป็นอาหารสมทบ

การให้อาหารลูกปลา ควรให้วันละประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักรวมของปลาที่เลี้ยงทั้งหมด แต่ควรสังเกตดูว่าอาหารที่ให้จะเหลือมากน้อยเพียงใด ถ้าเหลือมากควรลดปริมาณอาหารลงบ้าง การให้อาหารแต่ละครั้ง ควรให้ในปริมาณที่ปลาจะกินได้หมดในช่วงเวลาที่ไม่นานนัก

4.3.2 อาหารปลาใหญ่ ปลาถูกเป็นปลาที่กินอาหารได้ทั้งเนื้อและผัก ซึ่งพอจะแบ่งได้เป็นพวกดังนี้

(1) อาหารจำพวกเนื้อ ได้แก่ เนื้อปลา เนื้อสัตว์ต่าง ๆ ที่เหมาะสมตามแต่จะหาได้ หรือเครื่องใน เช่น เครื่องในของโค และสุกร ตลอดจนเลือดสัตว์ และพวกแมลง เช่น ปลวก หนอน ตัวไหม และไส้เดือน ฯลฯ

(2) อาหารจำพวกพืชผัก ได้แก่ รำข้าว ปลาข้าว กากถั่ว กากมัน แป้งข้าวโพด แป้งมัน และผักต่าง ๆ เพื่อเป็นการเพิ่มอาหารหรืออาจจะให้มูลสัตว์ เช่น มูลไก่ มูลหมู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มูลแพะ ฯลฯ โดยจัดตั้งคอกเลี้ยงสัตว์นั้น ๆ ให้อยู่ใกล้กับบ่อปลา มูลสัตว์เหล่านี้จะเป็นอาหารทั้งทางตรงและทางอ้อมแก่ปลาได้เป็นอย่างดี

โดยทั่ว ๆ ไป แล้ว ปลาควรชอบกินอาหารประเภทเนื้อสัตว์มากกว่าอาหารประเภทพืชและประเภทแป้ง แต่การให้อาหารประเภทเนื้อสัตว์เพียงอย่างเดียว จะทำให้ปลาเจริญเติบโตไม่ได้สัดส่วน เช่น อาจทำให้ตัวอ้วนสั้น มีไขมันมากเกินไป ดังนั้นเพื่อให้ปลาเจริญเติบโตได้สัดส่วนและมีน้ำหนักดี ควรจะให้อาหารประเภทเนื้อในอัตรา 30-50 เปอร์เซ็นต์ของอาหารประเภทพืช และแป้ง

บริเวณที่ให้อาหารในแต่ละครั้งควรมีมากกว่า 1 แห่ง และควรให้เป็นเวลา เพื่อฝึกให้ปลารู้เวลาและกินอาหารได้ทั่วถึงกัน ไม่เป็นการแออัด และแย่งอาหารทำร้ายกันเอง ปริมาณของอาหาร ควรให้ประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักของปลาทั้งหมดที่ปล่อยเลี้ยงในบ่อ

4.4 การจับปลา

ปลาคูที่นิยมซื้อขายกันในท้องตลาดนั้นเป็นปลาน้ำจืดขนาดพอประมาณ 3-5 ตัวต่อ 1 กิโลกรัม ปลาคูขนาดดังกล่าวนี้ มีอายุประมาณ 6 เดือน ถึง 8 เดือน แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของพันธุ์ปลาคูที่ผู้เลี้ยงเริ่มปล่อย รวมทั้งปริมาณและประเภทของอาหารที่ให้ด้วย ถูและระยะเวลาที่ควรจับปลาคูส่งจำหน่ายยังตลาดนั้น ควรจะพิจารณาจับจำหน่ายในฤดูที่ปลาขาดแคลน ซึ่งจะทำให้ขายปลาได้ราคาดี

4.5 ลักษณะของปลาคูที่ป่วย

อาการของปลาคูที่ป่วยเนื่องจากโรคโคโรนาไวรัส ท้องบวม แผลพุพองข้างตัว ครีบและหางฉีกขาด ฯลฯ ดังกล่าวข้างต้นนั้น จะสังเกตได้จากลักษณะอาการที่ปลาวายน้ำ ปลาที่ป่วยจะมีการวายน้ำและเคลื่อนไหววอกวน ไม่มีทิศทาง ตัวแบนตรงกับผิวน้ำ ชอบเสียดสีกับวัตถุหรือข้างบ่อ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ปลาป่วยจะไม่ค่อยกินอาหาร

วิธีป้องกันรักษาไม่ให้ปลาคูเป็นโรค ที่สำคัญที่สุดก็คือ ต้องพยายามทำให้ปลาอยู่ในสภาพที่แข็งแรงอยู่เสมอ โดยวิธีปฏิบัติดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.1 พยายามถ่ายน้ำบ่อ ย ๆ เพื่อป้องกันน้ำเสียและเป็นการรักษาสภาพความเป็นกรด ค่างของน้ำ ซึ่งตามปกติแล้วน้ำในบ่อเลี้ยงปลาคุณก็จะมีสภาพความเป็นกรดค่างของน้ำ ซึ่งตามปกติแล้วน้ำในบ่อเลี้ยงปลาคุณก็จะมีสภาพความเป็นกรดอย่างอ่อน ๆ เพราะสภาพความเป็นกรดจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อเลี้ยงปลาดุกนานวันขึ้น โดยเฉพาะจะมีปริมาณฟอสฟอรัสและไนโตรเจนสูงมาก

4.5.2 อัตราการปล่อยปลาในบ่อ ไม่ควรให้แน่นเกินไป คือ ประมาณ 60-70 ตัว/ตารางเมตร ซึ่งนอกจากจะเป็นวิธีป้องกันรักษาโรคของปลาดุกแล้ว ยังลดค่าใช้จ่ายในแง่ของ

- ค่าพันธุ์ปลาที่ปล่อยลงเลี้ยง
- ค่าอาหารและแร่ธาตุต่าง ๆ เพราะการเลี้ยงปลาดุกจะให้อาหารตามจำนวนพันธุ์ปลา
- ค่ายารักษาโรค
- ค่าแรงงานและน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้สูบน้ำ

4.5.3 กำจัดโรคพยาธิที่เกาะตามตัวปลา โดยใช้ฟอร์มาลินและคิพเทอร์เร็กซ์ ใส่ลงในน้ำ

4.5.4 พยายามขุนอาหารให้เพียงพอกับความต้องการของปลา

4.5.5 ควรบดอาหารให้ละเอียดและเหนียว จะทำให้อาหารที่เหลือลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ ไม่จมลงไปนอนอยู่ที่ก้นบ่อ เป็นการลดความสูญเสียของอาหารให้น้อยลงอีกด้วย

นอกจากนี้วิธีการดังกล่าวข้างต้น การเตรียมบ่อในขั้นแรกก็เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่ง เพราะเมื่อเตรียมบ่อถูกวิธีแล้วจะทำให้การเลี้ยงปลาดุกได้ผลถึง 80%

4.6 วิธีการเตรียมบ่อควรปฏิบัติดังนี้

4.6.1 บ่อใหม่ ปกติแล้วดินจะมีสภาพเป็นกรดอย่างอ่อน ๆ หรืออาจจะมีสภาพเป็นกรดสูง ขึ้นอยู่กับลักษณะท้องที่ ฉะนั้นควรใช้ปูนขาวประมาณ 1 กก. ต่อพื้นที่ 10-25 ตารางเมตร โดยสาคนปูนขาวให้ทั่วบ่อแล้วตากบ่อไว้ประมาณ 7-10 วันก่อน จึงสูบน้ำเข้าบ่อตามระดับที่ต้องการ แต่ควรมีระดับน้ำลึกประมาณ 50 ซม. แล้วจึงปล่อยปลาลงเลี้ยง

4.6.2 บ่อเก่า เมื่อเลี้ยงปลาถูกผ่านไประยะหนึ่งแล้ว ควรตากบ่อให้แห้งประมาณ 10-15 วัน พร้อมทั้งโรยปูนขาวให้ทั่วบ่อ ในอัตราส่วนปูนขาว 1 กก. ต่อพื้นที่ 10 ตารางเมตร เพื่อให้แสงแดดทำลายเชื้อโรคต่าง ๆ ที่มีอยู่เดิม และเป็นการให้จุลินทรีย์เน่าสลายทำให้อินทรียสารที่ตกค้างอยู่ก้นบ่อหมดไปด้วย เมื่อเลี้ยงปลาได้ประมาณ 3-4 รุ่น ควรลอกเลนและทำคันบ่อใหม่ เนื่องจากบ่ออาจตื้นเขินและขอบคันอาจเป็นรู เป็นโพรงมาก ทำให้บ่ออาจเก็บกักน้ำไม่อยู่และไม่สะดวกในการจับปลาอีกด้วย

4.7 การใช้น้ำยาและสารปฏิชีวนะกำจัดโรค

น้ำยาและสารปฏิชีวนะที่นิยมใช้กำจัดโรคปลา มีมากมายหลายชนิด ขึ้นอยู่กับความต้องการและความเชื่อของผู้เลี้ยง แต่น้ำยาและสารปฏิชีวนะที่ใช้กำจัดโรคปลาที่นับว่าได้ผลดี ได้แก่

4.7.1 ฟอรัมาลิน (Formalin) และดิเพเทอร์เร็กซ์ (Dipterex)

4.7.2 เทอร์ราไมซิน (Terramycin) คลอโรไมซีติน (Chlortomycetin) เตตราไซคลิน (Tetracyclin)

4.7.3 พยาธิที่เกิดในระบบทางเดินอาหาร ควรใช้ยา ได-เอ็น บิวทิล ทินออกไซด์ (di-N-butyl tinoxide) 1 เปอร์เซ็นต์ (ยา 1 ส่วนต่ออาหารปลา 99 ส่วน) ผสมกับอาหารให้ปลากินติดต่อกันเป็นเวลา 3 วัน

4.7.4 ในกรณีที่ปลาเป็นโรคตัวแข็งและกะโหลกร้าว ควรใช้อาหารธาตุพวกแคลเซียมผสมลงในอาหารปลาที่เคยให้ตามปกติ ในอัตราส่วนแคลเซียมหนัก 20-22 กรัมต่ออาหารปลา 100 กิโลกรัม และควรให้ติดต่อกันเป็นเวลา 7-10 วัน

5. ปลาสาวย

ปลาสาวยเป็นปลาน้ำจืดขนาดใหญ่ซึ่งพบเห็นอยู่ทั่วไป ทั้งในประเทศไทย เขมร และเวียดนาม สำหรับประเทศไทยมีผู้นิยมเลี้ยงปลาสาวยทั้งในบ่อและในกระชัง จังหวัดที่เลี้ยงปลาสาวยในกระชังกันอย่างเป็นล่ำเป็นสัน ได้แก่ จังหวัดอุทัยธานี และนครสวรรค์ โดยสร้างเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระชังขนาดใหญ่เลี้ยงเรียงรายอยู่ตามริมฝั่งแม่น้ำ นับว่าเป็นปลาที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่ง เพราะเนื้อมีรสดี มีปริมาณมากสามารถปรุงแต่งเป็นอาหารได้หลายแบบหลายรส

5.1 รูปร่างลักษณะและนิสัย

ปลาสาวยเป็นปลาที่อยู่ในสกุลเดียวกับปลาเทโพ เพราะมีรูปร่าง ขนาด ลักษณะ ตลอดจนความเป็นอยู่เป็นไปในลักษณะเดียวกัน เป็นปลาที่ไม่มีเกล็ด ลำตัวเรียวยาว ลักษณะด้านข้างค่อนข้างไปทางอวบกลม มีหลังค่อนข้างตรง ส่วนหน้าลาดลงถึงปาก และปากกว้างหุบมีหนวดสั้น ๆ 2 คู่ มีกระโคงครีบหลัง 1 อัน และครีบอกข้างละ 1 คู่ ปลาหางขาวและเว้าลึกเป็นแฉก หลังมีสีหม่นเข้ม ตามครีบกจะมีสีเหลืองอ่อน ส่วนที่ปลายหาง ครีบหลัง และครีบอกจะมีสีค่อนข้างดำ

5.2 ลักษณะเพศและการแพร่ขยายพันธุ์

ลักษณะเพศ ปลาสาวยตัวผู้มีท้องเรียบไม่นูน พื้นท้องแข็งกว่าตัวเมีย ลักษณะช่องเพศเป็นรูปวงรี แคบเล็ก มีสีแดงอ่อน เมื่อใช้มือบีบที่ช่องเพศเบา ๆ จะมีน้ำเชื้อสีขาวไหลออกมาให้เห็นได้ชัด ส่วนตัวเมียมีลักษณะที่พอจะสังเกตได้ชัด คือ บริเวณส่วนท้องอูมเป่งกลมนูนออกมาเห็นได้ถนัด พื้นท้องมีผิวเนียนนุ่ม ลักษณะของช่องเพศ เป็นรูปรีมีขนาดกว้างใหญ่กว่าของตัวผู้ นอกจากนั้นตรงบริเวณช่องเพศยังมีลักษณะพองเป่ง ปรากฏเป็นสีแดงเข้ม

ฤดูและแหล่งวางไข่ ปลาสาวยจะวางไข่ตามแหล่งน้ำธรรมชาติในบริเวณที่มีน้ำท่วมในฤดูน้ำมาก ซึ่งอยู่ในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม ไข่ปลาสาวยจะฟักออกเป็นตัวในระยะเวลา 27-33 ชั่วโมงหลังจากวางไข่ ที่อุณหภูมิ 28-31 องศาเซลเซียส

จากการสอบถามผู้ที่ได้เคยทำการทดลองเลี้ยงปลาสาวยในกระชังและโดยการทดลองเลี้ยงในบ่อ ปรากฏว่าทั้งปลาสาวยและปลาเทโพจะไม่วางไข่แพร่พันธุ์ในบ่อหรือในกระชังที่เลี้ยงไว้เลย อย่างไรก็ตาม แม้ว่าปลาสาวยจะไม่วางไข่ในบ่อและในกระชัง แต่ก็มีผู้นิยมเลี้ยงปลาสาวยในบ่อและในกระชังกันมาก ทั้งนี้เพราะเป็นปลาที่เลี้ยงง่าย กินง่าย โตเร็ว มีน้ำหนักมาก เนื้อมีรสอร่อย และในท้องตลาดจะมีผู้รับซื้อในราคาที่ดีพอสมควร

5.3 การเลี้ยงปลาในบ่อ

การเลี้ยงปลาควรพิจารณาและปฏิบัติดังต่อไปนี้

5.3.1 บ่อ เนื่องจากปลาเป็นปลาที่มีขนาดใหญ่ ศัตรูที่เป็นพวกปลาด้วยกันจึงมีน้อย เพราะส่วนมากปลาอื่น ๆ ที่มีอายุไล่เลี่ยกันจะมีขนาดของลำตัวเล็กกว่า ไม่อาจทำอันตรายปลาด้วยกันได้

บ่อเลี้ยงปลา ควรเป็นบ่อขนาดใหญ่ มีระดับน้ำลึกประมาณ 2 เมตร ทำเลของบ่อเลี้ยงควรให้อยู่ใกล้หรือติดกับแม่น้ำลำคลอง หรืออยู่ในที่ซึ่งมีทางน้ำไหลถ่ายเทได้ในบางโอกาส เมื่อน้ำเสียจะได้ถ่ายเทน้ำได้สะดวก บ่อเลี้ยงปลาไม่จำเป็นต้องมีขานบ่อ เพราะปลาไม่วางไข่ในที่ดิน แต่ควรจะทำขอบบ่อให้เตลาดเล็กน้อย และมีขานคอยรับคันดินขอบบ่อไว้มิให้ดินพังทะลายลง ซึ่งจะเป็นเหตุทำให้บ่อดินเงิน อย่างไรก็ตาม คันดินขอบบ่อนั้นจะไม่มีเลขก็ได้

บ่อที่ติดต่อกับทางน้ำอื่น ๆ ได้ควรสร้างบนประตูสอดตะแกรง เพื่อให้น้ำไหลถ่ายเทได้สะดวก บานประตูนี้ควรกว้างไม่น้อยกว่าช่องละ 1 เมตร ส่วนบานตะแกรงที่สอดกับบานประตูควรทำด้วยไม้ไผ่สานที่แน่นหนาแข็งแรง บานตะแกรงที่ใช้ควรมีตาตะแกรงขนาดเล็กเพื่อป้องกันมิให้ลูกปลาเล็ดลอดหนีออกไป และเป็นการป้องกันศัตรู คือ ปลาที่ใหญ่กว่ามิให้เข้ามาในบ่อ เมื่อปลาที่เลี้ยงไว้มีขนาดโตขึ้นแล้ว ควรเปลี่ยนบานตะแกรงใหม่ให้ขนาดของตาตะแกรงใหญ่ขึ้น ปลาอื่น ๆ ที่อาจจะลอดตาตะแกรงเข้ามาในบ่อในระยะนี้ นอกจากจะเป็นอาหารของปลาแล้ว ผู้เลี้ยงยังอาจจะจับขึ้นมาจำหน่ายพร้อมปลาที่ได้อีกด้วย เพราะปลาอื่น ๆ ที่เข้ามาอาศัยตั้งแต่มีขนาดตัวเล็ก ๆ เช่น ปลาตะเพียนหรือปลาดุก ฯลฯ จะเจริญเติบโตไปพร้อมกับปลาที่เลี้ยงไว้

5.3.2 น้ำ น้ำที่จะใช้เลี้ยงปลา จะต้องเป็นน้ำที่จัดสนิท ถ้าเป็นน้ำกร่อยหรือมีรสเค็ม ปลาจะไม่เติบโตเท่าที่ควร

5.3.3 พันธุ์ปลา การเลือกพันธุ์ปลาที่จะนำมาเพาะเลี้ยง ควรคัดปลาที่ไม่มีแผล คาไม่บอด ไม่เป็นปลาที่กระพิการ ปลาที่มีแผลนั้น หากปล่อยลงเลี้ยงอาจจะทำให้เกิดเชื้อโรคระบาด

ติดต่อกับตัวอื่น ๆ ได้ ส่วนปลาที่ตาบอด (สังเกตตรงตามีจุดสีขาว) ก็จะมองไม่เห็นอาหารที่ผู้เลี้ยงให้ ปลาจะได้กินบ้าง ไม่ได้กินบ้าง ทำให้ไม่เจริญเติบโต และอาจเจ็บตาย

ที่นับว่าสำคัญอีกประการหนึ่ง คือ การคัดพันธุ์ปลาลงเลี้ยงในบ่อ ต้องคัดปลาที่มีขนาดโตไล่เลี่ยกัน ปล่อลงเลี้ยงในบ่อเดียวกัน เพราะหากปลามีขนาดตัวแตกต่างกันมาก ปลาที่มีขนาดโตกว่าจะแย่งอาหารจากปลาตัวเล็กเสมอ

อนึ่ง การเลี้ยงปลาในบ่อนี้ ผู้เลี้ยงสามารถที่จะเลี้ยงปลาในบ่อเดียวกันกับปลาทรายได้ เพราะไม่มีอันตรายต่อกัน นอกจากนี้ปลาคูก็ยังช่วยกินเศษอาหารที่เหลือจากปลาทรายได้อีกด้วย แต่การเลี้ยงปลาคูปนกับปลาทราย จะต้องกำหนดอัตรา คือ ปลาคู 1 ตัว ต่อปลาทราย 2 ตัว

5.3.4 อัตราการปล่อยปลา การเลี้ยงปลาในบ่อ ควรปล่อยปลาทรายอัตรา 1 ตัว ต่อเนื้อที่ผิวน้ำ 1 ตารางเมตร

5.3.5 อาหาร ปลาทรายเป็นปลาที่ไม่เลือกอาหาร กินอาหารง่าย กินได้ทั้งเนื้อสัตว์และพืชผัก จากการสังเกตของผู้เลี้ยงหลายราย ปรากฏว่าปลาทรายชอบกินอาหารพวกเนื้อสัตว์มากกว่าพืชผัก อาหารที่วางนี้ ได้แก่ พวกปลาเล็ก ๆ เช่น ปลาสร้อย หรือปลาไส้ตัน ทั้งสดและที่ตายแล้ว โดยวิธีสับหรือบดให้ละเอียดเสียก่อน นอกจากนี้ปลาทรายยังชอบกินพวกรำผสมปนกับผักบุงอีกด้วย

5.4 ชนิดอาหารของปลาทราย แยกได้ดังนี้คือ

(ก) อาหารธรรมชาติที่มีอยู่ในบ่อเลี้ยง ซึ่งได้แก่ พวกพืชและสัตว์เล็ก ๆ ที่อยู่ในน้ำ เช่น ตะไคร่น้ำ แหน ตัวอ่อนของแมลง ตัวแมลงเล็ก ๆ ลูกหอย ไข่เดือน หนอน ฯลฯ

(ข) อาหารสมทบที่ควรให้เพิ่มเติม เนื่องจากอาหารธรรมชาติ ซึ่งมีอยู่ในบ่อไม่เพียงพอกับจำนวนปลาที่เลี้ยง และปลาเองก็เจริญเติบโตขึ้นเรื่อย ๆ อัตราการกินอาหารแต่ละตัวก็เพิ่มขึ้น ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องให้อาหารสมทบเพิ่มเติม เพื่อเป็นการเร่งให้ปลามีอัตราการเจริญเติบโตเร็วขึ้นอาหารสมทบ ได้แก่

- พวกผักต่าง ๆ และแหวน ได้แก่ ผักบุ้ง ผักกาด และเศษผักต่าง ๆ ใช้โปรยให้กินสด ๆ ไม่ควรต้มให้สุก

- ใบแค สับให้ละเอียดแล้วโปรยให้กินสด ๆ

- รำ ใช้คลุกปนกับน้ำข้าวที่เย็นแล้ว หรือจะปนกับผักและปลาป่นได้ก็ยิ่งดี คลุกเคล้าให้เข้ากันดีและปั่นเป็นก้อนแล้วโยนให้กิน

- ปลาขี้ขาว ใช้ต้มแล้วปนกับผักหรือปลาป่นก็ได้ แต่ผักและปลาป่นนั้นไม่ต้องต้ม ปั่นเป็นก้อนโยนให้กิน

- กากถั่วเหลือง ทำให้ละเอียดผสมกับรำโปรยให้กินดิบ ๆ

- กากมะพร้าวโปรยให้กินดิบ ๆ หรือจะคั่วเก็บไว้ใช้ในมืออื่นที่ขาดแคลน

อาหาร

- เศษเนื้อสัตว์ตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วโยนให้กินดิบ ๆ

- พวกหอยต่าง ๆ ทูบเปลือกแล้วแกะเอาแต่เนื้อให้กินสด ๆ

- ปลาต่าง ๆ ถ้าเป็นปลาใหญ่ แกะเนื้อปลาสับเป็นชิ้น ๆ แต่ถ้าเป็นปลาเล็ก

เช่น ปลาสวาย ปลาแปบ ปลาชีว ก็ให้ทั้งตัว (ระยะที่ปลาสวายมีขนาดตัวโตขึ้นมากแล้ว) ถ้ายังเป็นระยะที่ปลาสวายยังตัวเล็ก ๆ หรือช่วงที่เริ่มปล่อยลงเลี้ยงแรก ๆ นั้น อาหารพวกเนื้อปลาเหล่านี้ต้องสับหรือบดให้ละเอียด

พวกอาหารสมทบดังที่กล่าวมาแล้วนี้ ไม่ควรนำไปต้ม หรือทำให้สุก เพราะการต้มหรือทำให้สุกนั้น เป็นการทำลายคุณค่าทางอาหารให้ลดน้อยลงไปโดยใช้เหตุ

วิธีการให้อาหาร การให้อาหารปลาสวายควรให้เป็นเวลา เพื่อปลาจะได้เคยชินและเชื่องเร็วขึ้น ควรให้อาหารวันละ 2 ครั้ง ในเวลาเช้าและเวลาเย็น อาหารที่ให้แต่ละมื้อ ต้องสังเกตว่าเพียงพอหรือไม่ ควรสังเกตอาการของปลา ถ้าโยนอาหารลงไปตอนหลัง ๆ พบว่าปลาไม่โผล่ขึ้นมาสูบอีก ก็แสดงว่าปลาสวายเริ่มอัม ไม่ต้องให้อาหารอีกต่อไป การให้อาหารปลาสวายต้องให้ปริมาณมากขึ้นตามลำดับ เพราะปลาต่างก็เติบโตขึ้นเรื่อย ๆ และต้องการปริมาณอาหารมากขึ้น ยิ่งในระยะเวลาที่ใกล้จะจำหน่าย อาหารที่ให้ควรจะปนกับอาหารประเภทเนื้อสัตว์ ข้าวสุก จะช่วยให้ปลาสวายอ้วนและมีน้ำหนักดีกว่าให้อาหารจำพวกผักแต่อย่างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 การเจริญเติบโต

ปลาสาวยที่เลี้ยงในบ่อและในกระชัง ประมาณ 1 ปี จะได้ปลาที่มีน้ำหนักตัวละประมาณ 1.3 กิโลกรัม ถ้าเลี้ยงนาน 3 ปี อาจจะได้ปลาสาวยขนาดความยาว 3 ฟุต น้ำหนักประมาณ 10 กิโลกรัม

6. ปลาไน

6.1 ประวัติความเป็นมา

มีหลักฐานปรากฏว่า ปลาชนิดแรกที่มีมนุษย์นำมาเลี้ยง และต่อมาก็ได้นิยมเลี้ยงกันอย่างแพร่หลายเกือบทุกประเทศในโลกนั้น คือ “ปลาไน” โดยชนชาติจีนเป็นผู้เริ่มนำปลาชนิดนี้มาเลี้ยงก่อนชาติอื่น ๆ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 68 หรือก่อนคริสต์ศักราช 475 ปี

สำหรับในประเทศไทย ชาวจีนได้นำปลาชนิดนี้ เข้ามาเลี้ยงเมื่อประมาณ 70 กว่าปีล่วงมาแล้ว ระยะเวลาดังกล่าวนั้น ประชาชนส่วนใหญ่ มักรู้จักปลาชนิดนี้แต่เพียงผิวเผิน และเรียกกันว่า “ปลาจีน” แต่พี่น้องชาวไทยทางแคว้นสิบสองจุไทย นิยมเลี้ยงปลาชนิดนี้มาก่อนโดยเรียกชื่อปลาชนิดนี้ว่า “ปลาไน” ชื่อภาษาจีนเรียก “หลี่ฮื้อ” หรือ “หลี่โกว” ในแถบภาคพื้นยุโรปและอเมริกา เรียกกันว่า “คอมมอนคาร์พ” (Common carp)

6.2 รูปร่างลักษณะและนิสัย

ปลาไนเป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่ง อยู่ในจำพวกปลาตะเพียน มีร่างกายแข็งแรงและรูปลักษณะคล้ายปลาตะเพียน ปากเล็ก ไม่มีฟัน ริมฝีปลาหนา และมีหนวดสี่เส้น ครีบหลังเป็นครีบเดี่ยวยาวติดกันเป็นพืด สีของลำตัวจะมีน้ำหนักเป็นสีเงินปนเทา บางทีก็เหลืองอ่อน หรือบางตัวก็เป็นสีทอง

ปลาไนชอบอาศัยอยู่ตามแม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง ที่มีพื้นเป็นดินโคลน กระแสน้ำไหลอ่อนแอจะนิ่ง ชอบอยู่ในน้ำอุ่นมากกว่าในน้ำเย็น ไม่ชอบน้ำใสจนเกินไป โดยปกติมีนิสัยขลาด แต่สามารถฝึกให้เชื่องได้โดยวิธีการให้อาหาร ชอบวางไข่ในที่ตื้น เป็นปลาที่อดทนต่อคืนฟ้าอากาศปรับตัวให้เข้ากับธรรมชาติได้รวดเร็ว ดังนั้นจึงเป็นปลาที่เลี้ยงง่าย โตเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3 ลักษณะเพศและการแพร่ขยายพันธุ์

ลักษณะเพศ รูปร่างลักษณะภายนอกของปลาในตัวผู้และตัวเมีย จะมีลักษณะคล้ายคลึงกันมาก การสังเกตลักษณะของเพศได้ ต้องอาศัยความชำนาญ คือตัวเมียมียาลำตัวป้อม ช่วงท้องตอนล่างอวบใหญ่แบน ส่วนตัวผู้มีลำตัวเรียวยาว โดยเฉพาะในฤดูวางไข่ ตัวเมียท้องจะอูมโป่งออกมาทั้งสองข้าง พื้นท้องนูน หากเอามือบีบท้องปลาเบา ๆ ไข่จะไหลออกมาทางช่องเพศ ส่วนปลาตัวผู้ พื้นท้องไม่อูมโป่งแต่พื้นท้องจะมีความคิงค่อนไปทางแข็ง ถ้าเอามือบีบท้องไล่มือไปทางช่องทวารเบา ๆ จะมีน้ำสีขาว ๆ คล้ายน้ำนมไหลออกมาจากช่องเพศ และถ้าเอามือลูบที่แก้มหรือเกล็ดตามตัวจะรู้สึกสาก ส่วนของตัวเมียจะมีลักษณะลื่นกว่า

ฤดูวางไข่ ย่อมแตกต่างกันบ้างตามแต่อากาศและฤดูกาลของแต่ละประเทศ เช่น ปลาไนที่เลี้ยงอยู่ในบ่อเมืองกวางตุ้ง ประเทศจีน จะวางไข่ในเดือนธันวาคม ในฮ่องกง ปลาไนจะวางไข่ในเดือนมกราคม และในแถบแอฟริกา ปลาไนจะวางไข่ตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนมิถุนายน ในญี่ปุ่น ฤดูวางไข่ของปลาไนเริ่มตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม สำหรับในประเทศไทย ปลาไนสามารถที่จะวางไข่ได้ในทุกฤดู แต่ก็มีระยะหนึ่งซึ่งปลาไนสามารถไข่ได้มากที่สุด ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน ปลาไนจะเติบโตพอที่จะสืบพันธุ์ได้ เมื่อมีอายุประมาณ 6 เดือน ความยาวประมาณ 25 ซม. ในฤดูหนึ่ง แม่ปลาดตัวหนึ่งอาจวางไข่ได้ถึง 2 ครั้ง

6.4 บ่อเลี้ยงปลาไน

บ่อที่ใช้เลี้ยงปลาไน ควรแบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ

6.4.1 บ่อผสมพันธุ์สำหรับพ่อ-แม่ปลา เพื่อใช้ผสมพันธุ์และวางไข่ เมื่อพ่อแม่ปลาผสมพันธุ์และวางไข่แล้ว จึงย้ายไข่ปลาไปยังบ่ออนุบาลเพื่อทำการฟักและเลี้ยงลูกปลาต่อไป บ่อผสมพันธุ์นี้ต้องเป็นบ่อซึ่งตั้งอยู่ในทำเลเงียบสงบ ห่างไกลจากทางเดินหรือถนนที่มีผู้คนพลุกพล่าน เพราะในขณะที่ปลากำลังผสมพันธุ์กันอยู่นั้น ถ้ามีเสียงหรือสิ่งเคลื่อนไหวทำให้ตกใจกลัว พ่อ-แม่ปลาก็จะหยุดชะงักหรือไม่วางไข่อีกต่อไป

บ่อผสมพันธุ์ ไม่ควรลึกหรือมีขนาดใหญ่โตนัก ควรมีขนาดประมาณ 50 ตารางเมตร ความลึกของน้ำประมาณ 1 เมตร เหมาะสำหรับแม่ปลานขนาด 1-2 กิโลกรัม จำนวน 2-4 ตัว น้ำที่จะระบายเข้าบ่อควรเป็นน้ำสะอาด ไม่ใสหรือขุ่นจนเกินไป เพราะจะทำให้ไข่ปลาในเสียเนื่องจากเชื้อรา ถ้าไม่มีบ่อผสมพันธุ์จะใช้คลองหรือคูส่งน้ำก็ได้ โดยใช้ฝือกปิดกั้นส่วนใดส่วนหนึ่งของคลองหรือคูนั้นไว้

6.4.2 บ่ออนุบาล เป็นบ่อที่ใช้ฟักไข่ปลาที่แม่ปลาวางไข่ในบ่อผสมพันธุ์ขนาดของบ่อควรมีเนื้อที่ประมาณ 400-800 ตารางเมตร ความลึกของน้ำไม่เกิน 1 เมตร ก่อนย้ายไข่จากบ่อผสมพันธุ์มาฟักในบ่ออนุบาล ต้องจับศัตรูของลูกปลาออกให้หมด เช่น กบ เขียด ปลาตุ๊ก ปลาช่อน ฯ บ่ออนุบาลนี้อาจใช้เป็นบ่อเลี้ยงด้วยก็ได้

6.4.3 บ่อเลี้ยง ใช้เลี้ยงลูกปลาที่มีอายุตั้งแต่ 2-3 เดือนขึ้นไป โดยแยกมาจากบ่ออนุบาล บ่อเลี้ยงนี้จะใช้เลี้ยงปลาในजनเติบโตได้ขนาดที่จะขายได้ ดังนั้น บ่อเลี้ยงจึงควรเป็นบ่อขนาดใหญ่ และมีน้ำลึกประมาณ 1-2 เมตร ตลอดปี

6.5 การนำปลาในมาเลี้ยงในบ่อ

6.5.1 การเตรียมบ่อเพื่อผสมพันธุ์

บ่อผสมพันธุ์ จะต้องทำให้ดินก้นบ่อแข็งเสียก่อน เพราะถ้าเป็นโคลนเหลว เมื่อปลาผสมพันธุ์กัน พ่อ-แม่ปลาซึ่งว่ายน้ำมาจะทำให้ น้ำขุ่นได้ง่าย อีกทั้งตะกอนดินจะเป็นอันตรายต่อไข่ปลาในที่เพิ่งออกใหม่ ๆ ดังนั้น จึงต้องวิดน้ำในบ่อออก แล้วตากพื้นบ่อให้แห้งสัก 7-10 วัน จึงค่อยระบายน้ำเข้า การระบายน้ำเข้านี้ควรทำในระยะเวลาก่อนที่จะปล่อยปลาลงผสมพันธุ์เพียง 1 วัน

6.5.2 การคัดเลือกและการเตรียมพันธุ์

การคัดเลือกพ่อ-แม่ปลาในที่จะใช้ผสมพันธุ์ ต้องเลือกพันธุ์ปลาที่มีรูปร่างงามถูกลักษณะ แข็งแรงไม่เป็นโรค มีเกล็ดเป็นแถวได้ระเบียบ เป็นพันธุ์ที่เจริญเติบโตเร็วที่สุดในรุ่นเดียวกัน

ก่อนที่จะทำการผสมพันธุ์ จะต้องเลี้ยงพ่อ-แม่ปลาด้วยอาหารจำพวกไขมันและโปรตีน เพื่อให้ปลามีสุขภาพสมบูรณ์เต็มที่ หลังจากนั้นต้องแยก พ่อ-แม่ปลาออกย่นำไปขังรวมกัน ต่อเมื่อถึงเวลาผสมพันธุ์ จึงค่อยนำพ่อ-แม่ปลาไปปล่อยในบ่อผสมพันธุ์ ซึ่งเตรียมไว้ก่อนแล้ว

6.5.3 กฎเกณฑ์ในการผสมพันธุ์

เนื่องจากปลาไรตัวเมียให้ไข่คกมาก (คือแม่ปลา 1 ตัวมีไข่จำนวน ตั้งแต่ 4 หมื่นถึง 2 ล้านฟอง ซึ่งก็แล้วแต่ขนาดและน้ำหนักของแม่ปลา)

6.5.4 การเลี้ยงปลาใหญ่

อาหารของปลาใหญ่ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

ก. อาหารธรรมชาติที่มีอยู่ในบ่อเลี้ยง นอกจากพืชเล็ก ๆ และพวกไรน้ำแล้ว ยังมีพวกตะไคร่น้ำ แหน ตัวอ่อนของแมลง แมลง ไล่เดือนเล็ก ๆ และพวกลูกหอย ลูกกุ้ง ฯลฯ

การที่จะทำให้มีอาหารธรรมชาติอยู่ในบ่ออย่างอุดมสมบูรณ์ จะต้องใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักลงไปใบบ่ออยู่เสมอ การที่จะเพิ่มปุ๋ยให้มีปริมาณมากน้อยเพียงใด ตลอดจนจำนวนครั้งที่ใส่ปุ๋ย ควรสังเกตจากสีของน้ำในบ่อเป็นเกณฑ์ ดังได้กล่าวไว้แล้วในการเลี้ยงลูกปลา

ข. อาหารสมทบที่ควรให้เพิ่มเติม เนื่องจากอาหารธรรมชาติซึ่งมีอยู่ในบ่ออาจจะไม่เพียงพอกับจำนวนปลาที่เลี้ยง ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องให้อาหารสมทบเพิ่มเติม เพื่อเป็นการเร่งให้ปลามีอัตราการเจริญเติบโตเร็วขึ้น ได้แก่

- แหนเปิดและไข่ไข่ ใช้โปรยให้กินสด ๆ

- เศษผัก ผักบั้ง ผักกาดขาว และเศษผักต่าง ๆ ใช้ต้มให้เปื่อยผสมกับรำหรือ
ปลายข้าว

- กากถั่วเหลือง กากถั่วลิสง ใช้แขวนหรือใส่กะบะไม้ไว้ในบ่อ
- ปลายข้าวและรำละเอียด ใช้ผสมกับปลายข้าว ต้มให้สุกแล้วผสมกับรำ

ละเอียดปนกับเศษผักเล็กน้อย

- ส่วนอาหารจำพวกเนื้อสัตว์ หรือสัตว์ที่มีชีวิต เช่น ตัวไหม ปลวก ไข่เดือน
หนอน มด ฯลฯ ใช้โปรยให้กิน พวกเครื่องในและเลือดของพวกสัตว์ต่าง ๆ เช่น หมู วัว ควาย
ต่างประเทศมักนิยมใช้ผสมปนกับอาหารดังกล่าวมาแล้ว โดยวิธีผสมคลุกเคล้ากับปลายข้าวต้มสุก
รำ แล้วใส่กะบะไม้ไว้ในบ่อ นับเป็นการเร่งให้ปลาที่เลี้ยงอยู่เจริญเติบโตรวดเร็วขึ้นอีกทางหนึ่ง

การให้อาหารสมทบนี้ ควรให้ในปริมาณครั้งละ 5% ของน้ำหนักปลาทั้งหมดในบ่อ
เช่น ปลาในบ่อมีน้ำหนัก 100 กิโลกรัม ควรให้อาหารสมทบวันละไม่เกิน 5 กิโลกรัม เป็นต้น

6.6 การให้อาหาร

การให้อาหารแก่ปลาใน ควรให้วันละครั้งเดียวในช่วงเช้า โดยจะโยนอาหารให้กิน
หรือหาไม้มาทำเป็นใส่อาหารให้แก่ปลา ให้เป็นไม้ที่อยู่ใต้ผิวน้ำประมาณ 30 เซนติเมตร อาหารที่
ให้แต่ละครั้งอย่าให้มีปริมาณมากเกินไป เพราะเศษอาหารที่เหลืออยู่ในบ่อ จะบูดเน่าเป็น
อันตรายต่อปลา จะทำให้ปลาอึดอัดหายใจไม่ออก ไม่กินอาหาร จะโผล่หัวลอยขึ้นมาเหนือผิวน้ำ
อาการเช่นนี้ เรียกว่า “ปลาลอยหัว” ถ้าทิ้งไว้นานปลาจะตายเมื่อใดเห็นปลามีอาการเช่นนี้ ให้รีบ
เปลี่ยนน้ำในทันทีเพื่อตกเอาเศษอาหารที่เหลือนั้นขึ้นจากบ่อ หรือรีบย้ายปลาไปไว้ในบ่ออื่นก่อนที่
จะถ่ายน้ำแล้วสูบน้ำใหม่เติมลงไป

6.7 การเจริญเติบโต

การเจริญเติบโตของปลาใน นอกจากเรื่องของอาหารแล้ว ยังมีส่วนสัมพันธ์เกี่ยว
กับน้ำ การระบายน้ำ การเปลี่ยนน้ำ และการแบ่งแยกขนาดของปลา ก่อนปล่อยลงเลี้ยงอีกด้วย

ปลาในขอบน้ำซึ่งมีคุณสมบัติเป็นน้ำอ่อน (Soft water) หรือคุณสมบัติของน้ำเป็นด่างอ่อน ๆ ส่วนใหญ่มักเป็นน้ำซึ่งไหลมาจากแม่น้ำ ลำคลอง หนอง และบึง ส่วนน้ำซึ่งมีต้นน้ำจากลำห้วยลำธารใกล้เขา เป็นน้ำเย็นจัดไม่เหมาะที่จะใช้เลี้ยงปลา เพราะจะทำให้เห็บเหาติดมาก

การระบายน้ำและการเปลี่ยนน้ำบ่อเลี้ยงปลาในนั้น ไม่จำเป็นมากนัก เพราะปลาในขอบน้ำนิ่ง และการถ่ายเทน้ำอาจจะทำให้อาหารธรรมชาติ ซึ่งเพาะขึ้นในบ่อโดยการใส่ปุ๋ยลงน้อยลง อย่างไรก็ตาม น้ำในบ่อควรมีการเปลี่ยนบ้าง โดยเฉพาะเมื่อเกิดน้ำเสีย ซึ่งมักเกิดขึ้นในกรณีที่เศษอาหารเน่าบูด

อัตราการปล่อยปลาลงเลี้ยงกับเนื้อที่ของบ่อ เป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญมากสำหรับการเลี้ยงปลา เมื่อปลาเจริญเติบโตขึ้น ต้องแบ่งไปเลี้ยงบ่ออื่น อย่าปล่อยให้อยู่แน่นเกินไปเพราะปลาจะไม่เจริญเติบโตเท่าที่ควร

อีกประการหนึ่ง การเจริญเติบโตของปลาแต่ละตัวย่อมไม่เท่ากัน โตบ้างเล็กบ้าง ถ้าเลี้ยงรวมกัน จะทำให้ลูกปลาที่เล็กกว่าเติบโตได้ไม่เท่าที่ควร จึงต้องคัดปลาที่มีขนาดใกล้เคียงกันในบ่อเดียวกัน ปลารุ่นหนึ่ง ๆ ที่จะเลี้ยงจนโตส่งตลอดได้นั้น ควรคัดขนาด และแบ่งเลี้ยงประมาณ 3-4 ครั้ง

หากสภาพต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้นดีพอสมควร ปลาในที่เลี้ยงครบ 1 ปี จะมีน้ำหนักประมาณ 1 กิโลกรัม ถ้าเลี้ยงได้ 2 ปี จะมีน้ำหนักประมาณ 2 กิโลกรัม หากเลี้ยงถึง 3 ปี จะได้ปลาในซึ่งมีน้ำหนักถึง 7 กิโลกรัม

การสร้างฟาร์มเลี้ยงปลา (ศักดิ์ชัย ชูโชติ 2536 : หน้า 109-119)

1. ขนาดของฟาร์มปลา

ถ้าไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของปริมาณน้ำและพื้นที่ดินแล้ว ปัจจัยที่เป็นสิ่งสำคัญของการกำหนดขนาดฟาร์มปลา จะได้แก่ การตลาด กำลังงานและเครื่องมือ ประเทศที่มีความเจริญก้าวหน้าสูง เช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น อิสราเอล และประเทศในแถบทวีปยุโรปบางประเทศสามารถดำเนินกิจการฟาร์มปลาเป็นอุตสาหกรรมได้ ฟาร์มปลาในประเทศเหล่านี้ มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายในครอบครัว มีเครื่องมือและอุปกรณ์เท่าที่จำเป็นจริง ๆ เท่านั้น ผู้ประกอบการมีประสบการณ์ไม่มาก และมิได้สนใจอย่างจริงจัง ในอนาคตกิจการฟาร์มปลาของประเทศไทย ควรจะต้องเป็นรูปแบบของอุตสาหกรรมการเลี้ยงปลา โดยมีฟาร์มขนาดใหญ่ ผลผลิตสูง ต้นทุนการผลิตต่ำ เพื่อส่งปลาไปขายในตลาดโลก การผลิตปลาถ้าไม่สามารถลดต้นทุนการผลิตได้ ก็อาจจะประสบปัญหาในด้านการตลาดเช่นเดียวกับผลผลิตการเกษตรอื่น ๆ

2. ปัจจัยในการสร้างฟาร์มเลี้ยงปลา

ฟาร์มปลาสามารถสร้างได้ตั้งแต่ขนาดเล็กถึงขนาดใหญ่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญ ได้แก่

- 2.1 ทุน
- 2.2 ความเหมาะสมของพื้นที่การลงทุน
- 2.3 เครื่องมือและอุปกรณ์
- 2.4 ขนาดของพื้นที่
- 2.5 ปริมาณน้ำที่เพียงพอ
- 2.6 การคมนาคม
- 2.7 ปลาที่เลี้ยง

ระบบการผลิตของฟาร์มปลา

ระบบการผลิตของฟาร์มปลาแบ่งได้เป็น 2 ระบบ (Martyshev, 1983) คือ

1. ระบบที่มีขั้นตอนการผลิตสมบูรณ์ (Full System; Complete System) หมายถึง ฟาร์มที่มีการผลิต หรือดำเนินการกิจการเต็มรูปแบบ ตั้งแต่การเพาะขยายพันธุ์ จนถึงการเลี้ยงปลาให้ได้ขนาดตามที่ตลาดต้องการจึงจำหน่ายสู่ผู้บริโภค
2. ระบบที่มีขั้นตอนการผลิตเพียงบางส่วน (Partail System; Incomplete System) หมายถึง ฟาร์มที่มีการผลิตหรือดำเนินการเพียงขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งของการผลิตหรือมาก

กว่า แต่ยังไม่เต็มรูปแบบ เช่น ฟาร์มที่ผลิตลูกปลาจำหน่าย ฟาร์มที่ซื้อลูกปลามาเลี้ยงจนเป็นปลาขนาดตามตลาดต้องการ หรือฟาร์มที่ซื้อลูกปลาขนาดเล็ก (ปลาตู้ม หรือปลาโร) มาอนุบาลจนเป็นลูกปลานักนิ้วมือ (ปลาเซ็นต์) เพื่อจำหน่ายให้เกษตรกรนำไปเลี้ยงเป็นปลาใหญ่ต่อไป

ฟาร์มปลาที่มีระบบขั้นตอนการผลิตสมบูรณ์ ย่อมต้องการพื้นที่ดิน เพื่อจัดสรรไปใช้ในกรรมวิธีการผลิตต่าง ๆ ให้ครบทุกขั้นตอน มากกว่าฟาร์มปลาที่มีระบบขั้นตอนการผลิตเพียงบางส่วน ดังนั้น ขนาดของฟาร์มปลาที่มีระบบการผลิตสมบูรณ์ มักจะใหญ่กว่าฟาร์มปลาที่มีระบบการผลิตเพียงบางส่วน

ประเด็นสำคัญของขนาดฟาร์มปลาขึ้นอยู่กับผู้ประกอบการว่าจะสามารถใช้ประโยชน์จากปริมาณน้ำและพื้นที่ดินให้เกิดประโยชน์ต่อระบบการผลิตปลาได้มากน้อยเพียงใด ถ้าฟาร์มปลามีขนาดใหญ่แต่ใช้ประโยชน์ไม่เต็มที่ ปล่อยให้บ่อปลาว่างเปล่า เสียค่าบำรุงรักษาผลผลิตที่ได้ไม่แตกต่างหรือต่ำกว่าฟาร์มปลาขนาดเล็ก แต่การลงทุนสูงกว่า ก็ควรหันมาทำฟาร์มปลาขนาดที่เหมาะสมกับประสิทธิภาพของผู้ประกอบการจะดีกว่า

การเลือกสถานที่สร้างฟาร์มปลา

การเลือกสถานที่เป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งของการวางแผนสร้างฟาร์มปลา ถ้าเลือกสถานที่สร้างบ่อปลาได้ดีมีความเหมาะสม โอกาสที่จะประสบผลสำเร็จในการผลิต ย่อมมีมากขึ้น พื้นที่ดินซึ่งใช้ทำเกษตรกรรมอื่น ๆ แล้วให้ผลตอบแทนน้อยหรือไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน อาจจะนำมาดัดแปลงสร้างเป็นฟาร์มปลาที่ดีได้ แต่โดยทั่ว ๆ ไป บ่อปลาที่สร้างบนพื้นที่อุดมสมบูรณ์ จะให้ผลผลิตที่ดีกว่า ทั้งนี้มิได้หมายความว่าพื้นที่ไม่อุดมสมบูรณ์จะสร้างบ่อปลาไม่ได้ แต่การสร้างบ่อปลาบนพื้นที่ขาดความอุดมสมบูรณ์ จะต้องมีการดูแลและบำรุงรักษามากขึ้นเท่านั้น

1. ปัจจัยสำคัญในการพิจารณาเลือกสถานที่สร้างฟาร์มปลา-

1.1 ลักษณะดิน

บ่อปลาเปรียบเสมือนภาชนะใบใหญ่ที่เก็บกักน้ำไว้เพื่อเลี้ยงปลา น้ำในบ่อปลาส่วนใหญ่มักระบายไป เนื่องจากการรั่วซึมและระเหย ถ้าบ่อปลาเก็บกักน้ำได้ดี ไม่รั่ว ไม่ซึม ปริมาณน้ำที่สูญเสียไปย่อมจะลดน้อยลง ทำให้ต้นทุนส่วนหนึ่งลดลงด้วย ถ้าบ่อปลาเกิดการรั่วซึม จำเป็นจะต้องเติมน้ำลงในบ่อปลาเรื่อย ๆ ต้องเสียค่าบำรุงรักษาเพิ่มขึ้น ต้นทุนการผลิตก็จะสูงตามไปด้วย ดังนั้น การสร้างบ่อปลาควรเลือกขุดบ่อปลาในบริเวณที่เป็นดินเหนียว (Heavy Soil) หรือดินเนื้อละเอียดปานกลาง (Loam Soil) ดินเหนียวเป็นดินเนื้อละเอียด จับกันเป็นก้อนที่แข็งแกร่งเมื่อแห้ง และเหนียวเหนอะหนะเมื่อเปียก มีอัตราการรั่วซึมต่ำ การขุดบ่อหรือไถดินประเภทนี้ ต้องใช้กำลังแรงมาก ส่วนดินเนื้อละเอียดปานกลางนั้น ขณะขุดสร้างบ่อปลาต้องพยายามอัดทับให้แน่น เพื่อช่วยลดอัตราการรั่วซึมลง การทดสอบดินว่าเก็บกักน้ำได้ดีหรือไม่ กระทำโดยนำดินมาผสมกับน้ำพอชื้นแล้วบีบหรือปั้น หากดินจับกันเป็นก้อนแน่นแสดงว่าเก็บกักน้ำได้ดี

บริเวณที่เป็นดินทราย หินหรือกรวดไม่เหมาะที่จะสร้างฟาร์มปลา เพราะว่า ดินทรายมีอัตราการรั่วซึมสูงประมาณ 10 เซนติเมตร/วัน หรืออาจจะมากกว่านั้น (Hepher และ Pruginin, 1981) ส่วนบริเวณที่เป็นหินและกรวดนั้น จะก่อให้เกิดปัญหามากต่อการสร้างฟาร์มปลา เริ่มต้นตั้งแต่ความยากลำบากในการขุดบ่อจนกระทั่งถึงอัตราการรั่วซึม แต่ถ้าจำเป็นต้องสร้างบ่อปลาในบริเวณที่เป็นดินทราย หรือดินที่มีดินทรายเป็นองค์ประกอบสูง วิธีแก้ไข คือ ใส่ปุ๋ยคอกลงไป เพื่อให้อนุภาคของอินทรียสาร หรืออนุภาคของตะกอนอื่น ๆ ตกลงไปอุดรูรั่ว ควรใส่ปุ๋ยคอกบ่อย ๆ ภายใน 1-2 ปี อัตราการรั่วซึมจะลดลง อาจเหลือเพียง 1-2 เซนติเมตร/วัน (Hepher และ Pruginin, 1981)

1.2 ปริมาณน้ำ

น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการเลี้ยงปลา เพราะว่าปลาเป็นสัตว์ที่ดำรงชีวิตอยู่ในน้ำ การพิจารณาเลือกสถานที่ตั้งฟาร์มปลา ต้องคำนึงถึงปริมาณน้ำว่ามีพอใช้หรือไม่ จะได้น้ำจาก

ประสิทธิภาพการผลิตสูง ผลิตปลาได้ครั้งละเป็นจำนวนมาก ๆ เพราะว่า ปลาที่เลี้ยงมีราคาสูง และตลาดมีความต้องการมาก การที่ปลามีราคาดี และตลาดมีความต้องการมาก เป็นส่วนสำคัญอันหนึ่งที่ทำให้อุตสาหกรรมการเลี้ยงปลาของประเทศเหล่านี้เจริญยิ่งขึ้น เพราะว่า สามารถนำเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ทันสมัยเข้ามาใช้ในฟาร์มได้ - อีกทั้งยังนำเทคโนโลยีขั้นสูงเข้ามาใช้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของฟาร์มให้สูงขึ้น ทำให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยลดลง เช่น เคนมาร์กผลิตปลาเรนโบว์เทราได้ 8.3 กิโลกรัม/ตารางเมตร ญี่ปุ่นผลิตปลาเรนโบว์เทราได้ 6.53 กิโลกรัม/ตารางเมตร (Brown 1983X ในประเทศไทยฟาร์มปลาคุณด้านที่จังหวัดสุพรรณบุรี สามารถผลิตปลาคุณด้านได้เฉลี่ย 9.56 กิโลกรัม/ตารางเมตร หรือสูงสุด 11 กิโลกรัม/ตารางเมตร (Wattanutchariya และ Panayotou 1982) แต่ก็ยังไม่สามารถดำเนินการในรูปแบบของอุตสาหกรรมได้ เนื่องจากตลาดปลาคุณด้านในระดับโลกยังไม่มี ฟาร์มปลาในประเทศไทยที่มีการเลี้ยงปลาเป็นอุตสาหกรรมจะมีขนาดใหญ่ มีระบบบ่อปลาที่ทันสมัย ใช้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ แทนแรงงาน มีการจัดการดี ผู้ประกอบการมีประสบการณ์และความรู้ ฟาร์มปลาส่วนใหญ่มีระบบการผลิตครบทุกขั้นตอน ตั้งแต่เพาะขยายพันธุ์ อนุบาล เลี้ยงจนได้ขนาดตลาดเก็บผลผลิต และการบรรจุเพื่อการขนส่งสู่ตลาด

สำหรับกิจการฟาร์มปลาในประเทศไทยนั้น พอจะแบ่งแยกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1.1 การเลี้ยงปลาเพื่อเป็นอาชีพหลัก

มีลักษณะขนาดของพื้นที่ประมาณตั้งแต่ 40 ไร่ขึ้นไป บางรายมีพื้นที่ 200 กว่าไร่ มีเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นครบ มีการจ้างแรงงานเพื่อใช้ในฟาร์ม นำความรู้ทางวิชาการต่าง ๆ มาใช้ เพื่อพัฒนากิจการของฟาร์ม เจ้าของฟาร์มมีประสบการณ์มากหรือพอสมควร

1.2 การเลี้ยงปลาเพื่อเป็นอาชีพรอง

เจ้าของฟาร์มจะมีอาชีพอื่น ๆ เป็นหลักอยู่แล้ว เช่น ข้าราชการ พ่อค้า นักธุรกิจ ลูกจ้างบริษัท ทำนา ทำสวน ฯลฯ บุคคลเหล่านี้ต้องการเพิ่มพูนรายได้ของตนโดยใช้พื้นที่ที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์ จึงได้ทำฟาร์มปลาขึ้น ขนาดของฟาร์มมีพื้นที่ประมาณไม่เกิน 30 ไร่ ใช้แรงงาน

แหล่งใด ระยะใดบ้างที่ขาดแคลนน้ำ จะวางแผนอย่างไรในการใช้น้ำ จะวางแผนการผลิตปลา อย่างไรจึงสัมพันธ์กับปริมาณน้ำ ทำอย่างไรจึงจะมีระบบการระบายน้ำที่ประหยัดต้นทุนที่สุด ปริมาณน้ำที่มีเพียงพอและคุณภาพดี จะส่งเสริมให้ปลามีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีเจริญเติบโตรวดเร็ว ปราศจากโรคและปรสิตรบกวน โดยทั่วไปบ่อปลาขนาดความลึกเฉลี่ย 1.5 เมตร เมื่อเริ่มเลี้ยง ปลา ต้องใช้น้ำประมาณ 2,400 ตัน/ไร่ ในช่วงของการเลี้ยงปลา ปริมาณน้ำส่วนหนึ่งจะสูญเสียไปกับการรั่วซึมและการระเหย ทำให้ระดับน้ำในบ่อปลาลดลง จึงต้องเติมน้ำลงในบ่อปลา เพื่อรักษาระดับน้ำให้คงเดิม

ถ้าเลี้ยงปลากินเนื้อปริมาณการใช้น้ำย่อมมากกว่าปลากินพืช หรือกินแพลงก์ตอน เพราะน้ำในบ่อที่เลี้ยงปลากินเนื้อหรือกินอาหารที่มีโปรตีนสูงเน่าเสียได้ง่าย จึงต้องเปลี่ยนน้ำ บ่อย เช่น การเลี้ยงปลาในบ่อคอนกรีตกลมระบบน้ำหมุนเวียน ขนาดความจุ 15 ตัน ใช้น้ำ 0.8 ตัน/ชั่วโมง (ธำรงค์, 2528) การเลี้ยงปลาแบบเข้มข้น โดยวิธีปล่อยปลาในอัตราหนาแน่นและให้อาหารเต็มที่ ก็จำเป็นต้องใช้น้ำปริมาณมากกว่าการเลี้ยงปลาแบบธรรมชาติหรือกึ่งเข้มข้น สำหรับการเลี้ยงแบบธรรมชาติ กึ่งเข้มข้นและเข้มข้น ตามลำดับ

ปัญหาการขาดแคลนน้ำ เพื่อใช้เลี้ยงปลาในประเทศไทยขึ้นอยู่กับสถานที่และฤดูกาล ซึ่งแตกต่างกันไปตามภูมิประเทศและสภาพดินฟ้าอากาศ เช่น ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ พื้นที่ส่วนใหญ่มีน้ำใช้เลี้ยงปลาเพียงระยะเวลาสั้น ไม่สามารถเลี้ยงปลาให้เจริญเติบโตได้ทัน ส่วนพื้นที่บริเวณภาคกลางส่วนใหญ่ขาดแคลนน้ำในฤดูแล้ง นอกจากบางท้องที่ซึ่งมีระบบชลประทานดี แต่ในฤดูแล้งก็มักประสบปัญหาด้านคุณภาพน้ำ เนื่องจากปริมาณน้ำมีน้อย คุณภาพน้ำ จึงไม่ค่อยดี ใช้เลี้ยงปลาได้จำนวนน้อย และเพียงบางชนิดเท่านั้น

น้ำที่ใช้ในฟาร์มเลี้ยงปลา ได้มาจาก 2 แหล่งใหญ่ ๆ คือ

1. แหล่งน้ำบนดิน ได้แก่ น้ำจากแม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง อ่างเก็บน้ำ ทะเลสาบ และน้ำชลประทาน
2. แหล่งน้ำใต้ดิน ได้แก่ น้ำที่สูบหรือดูด หรือพุ่งขึ้นมาเองจากใต้ดิน เช่น น้ำพุ น้ำซับ น้ำบาดาล

1.3 ภูมิประเทศ

ลักษณะของภูมิประเทศ จะเป็นสิ่งกำหนดรูปร่าง ขนาด และระบบของบ่อปลาในฟาร์ม การสร้างบ่อปลาต้องจัดวางให้สอดคล้องกับลักษณะของพื้นที่ซึ่งจะเกิดผลดี โดยคำนึงถึงความสะดวกในการก่อสร้าง การนำไปใช้ประโยชน์และความประหยัดเป็นสำคัญ สถานที่ตั้งฟาร์มปลาควรอยู่ในทำเลที่เป็นเชิงลาดกว้างประมาณ 0.5-1% บ่อปลาที่สร้างขึ้นในบริเวณเชิงลาดกว้าง ระบบการระบายน้ำอาจจะกระทำได้โดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก ทำให้ต้นทุนการผลิตส่วนหนึ่งลดลง การสร้างฟาร์มปลาในบริเวณที่ราบลุ่ม มักมีปัญหาเกี่ยวกับน้ำท่วม บางท้องถิ่นจำเป็นต้องสร้างคันดินล้อมรอบ เพื่อป้องกันน้ำท่วม ทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น ฉะนั้น การเลือกสถานที่ตั้งฟาร์มปลาจึงควรคำนึงถึงปัญหาดังกล่าวนี้ไว้ให้มาก เพื่อจะได้พิจารณาหาทางแก้ไขไว้ตั้งแต่เริ่มแรก

บ่อเลี้ยงปลา

บ่อเลี้ยงปลาหรือบ่อปลา ในความหมายโดยทั่วไปหมายถึง บ่อที่เก็บกักน้ำไว้สำหรับเลี้ยงปลา เพื่อให้ปลาได้เจริญเติบโต หรือขยายพันธุ์ในแหล่งน้ำนั้น ๆ บ่อเลี้ยงปลาอาจจะ เป็นบ่อดิน บ่อคอนกรีต หรือบ่อที่ทำด้วยไฟเบอร์กลาสก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของปลา และวิธีการเลี้ยง ความหมายของคำว่า บ่อปลาหรือบ่อเลี้ยงปลา อาจจะแปลกแยกออกไปตามหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ได้ นักวิชาการบางท่านกล่าวว่า บ่อหรือบ่อเลี้ยงปลา หมายความว่ารวมถึง ภาชนะต่าง ๆ เช่น ตู้ปลา อ่าง ถัง ที่ใช้เลี้ยงหรือเพาะขยายพันธุ์ปลาสวยงามด้วย กล่าวถึงเฉพาะบ่อที่ใช้เลี้ยงปลาเพื่อการบริโภคเท่านั้น

1. ชนิดของบ่อปลา แบ่งตามลักษณะการใช้ประโยชน์ คือ

1.1 บ่อเพาะหรือบ่อผสมพันธุ์ หมายถึง บ่อที่เตรียมไว้สำหรับให้พ่อแม่ปลาผสมพันธุ์และวางไข่ หรือบางครั้งอาจจะพักไข่ในบ่อนี้ก็ได้ บ่อเพาะหรือบ่อผสมพันธุ์ จะมีรูปแบบใด ขนาดใด ระบบอย่างไร สิ่งเหล่านี้ขึ้นอยู่กับพื้นฐานทางชีววิทยาของปลาแต่ละชนิด และเทคโนโลยีที่นำมา

ใช้กับปลาชนิดนั้น ๆ บ่อเพาะหรือบ่อผสมพันธุ์ที่พบเห็นโดยทั่วไป มีขนาดต่าง ๆ กัน เช่น บ่อเพาะปลาดุกค้ำ มีขนาดประมาณ 800-1,600 ตารางเมตร ลึก 75 เซนติเมตร บ่อเพาะปลาคะเพียนขาว มีขนาดประมาณ 100 ตารางเมตร หรือเป็นบ่อคอนกรีตขนาด 10 ตารางเมตร บ่อเพาะปลาไน มีขนาดประมาณ 50 ตารางเมตร ลึก 1 เมตร เป็นต้น

1.2 บ่อปัก หมายถึง บ่อที่ใช้ปักไข่ปลา หรือบ่อที่ใช้สำหรับให้ไข่ปลาที่ได้รับการผสมแล้วเจริญเติบโต จนเป็นตัวอ่อน รูปแบบ ขนาด และระบบต่าง ๆ ของบ่อปักขึ้นอยู่กับชนิดของไข่ ปริมาณไข่ และเทคโนโลยีที่นำมาใช้ปักไข่ปลา การปักไข่ปลาในประเทศไทย มีทั้งปักในบ่อคอนกรีตและบ่อดิน ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของปลา เช่น ปลาเฉา ปลาชัง ปลาเล่ง ปลาคะเพียนขาว ปลายี่สกเทศ และปลาชนิดอื่น ๆ ที่มีไข่เป็นลักษณะครึ่งลอยครึ่งจม ส่วนมากเพาะขยายพันธุ์ด้วยวิธีผสมเทียม ดังนั้น จึงปักไข่ในบ่อคอนกรีตโดยใช้กรวยปัก ส่วนปลาที่นิยมปักไข่ในบ่อดิน ได้แก่ ปลาดุกค้ำ ปลาสลิด เป็นต้น

1.3 บ่ออนุบาล หมายถึง บ่อที่ใช้เลี้ยงลูกปลาวัยอ่อน (ปลาไร) จนโตเป็นปลาขนาดนิ้วมือ (ปลาเซนต์) ซึ่งสามารถนำไปปล่อยบ่อเลี้ยงได้ รูปแบบ ขนาด และระบบต่าง ๆ ของบ่ออนุบาลลูกปลาขึ้นอยู่กับชนิดของลูกปลา ปริมาณลูกปลา และเทคโนโลยีที่ใช้อนุบาลลูกปลา เช่น ถ้าเป็นลูกปลากินเนื้อที่มีราคาดี ได้แก่ ปลาดุกอูย ปลาดุกค้ำ ซึ่งต้องอนุบาลในน้ำคุณภาพดี จึงจะมีอัตราการรอดสูง ทำให้เกษตรกรและนักวิชาการประมงพยายามหาวิธีการเพิ่มผลผลิตด้วยการนำมาอนุบาลในบ่อคอนกรีต เพื่อความสะดวกในการจัดการ และหวังว่าจะผลิตได้มากขึ้น โดยใช้ต้นทุนเท่ากับหรือต่ำกว่าการอนุบาลในบ่อดิน บ่อดินที่ใช้อนุบาลลูกปลา มีขนาดประมาณตั้งแต่ 100-1,600 ตารางเมตร แต่ที่พบเห็นโดยทั่วไป จะมีขนาดประมาณ 800-1,600 ตารางเมตร ระดับน้ำสูงประมาณ 50-80 เซนติเมตร

1.4 บ่อเลี้ยง หมายถึง บ่อที่ใช้เลี้ยงปลาให้เจริญเติบโตจนมีขนาดบริโภคได้ หรือมีขนาดตามตลาดต้องการ รูปแบบ ขนาด และระบบของบ่อเลี้ยงปลาขึ้นอยู่กับชนิดของปลา ปริมาณปลา ราคาปลา และเทคโนโลยีที่นำมาใช้เลี้ยงปลา ขนาดของบ่อเลี้ยงปลาไม่มีหลักเกณฑ์บ่งบอกที่แน่

นอน ที่พบอยู่ทั่วไปในฟาร์มปลา เป็นบ่อดินที่มีขนาดประมาณตั้งแต่ 1 ไร่ไปจนถึง 30 ไร่ หรือมากกว่านั้น นอกจากนี้ได้มีการนำปลาที่มีราคาสูง เช่น ปลาดุกอูย ปลาดุกด้าน มาเลี้ยงในบ่อคอนกรีตกลมระบบน้ำหมุนเวียน โดยปล่อยปลาในอัตราหนาแน่นอีกด้วย

1.5 บ่อพักและเก็บน้ำ หมายถึง บ่อที่สร้างไว้เก็บกักน้ำเพื่อให้ตะกอน หรือให้สารพิษ สารเคมี ที่อาจติดมากับน้ำได้สลายตัวก่อน ที่จะนำน้ำไปใช้ในฟาร์มปลา

2. การสร้างบ่อปลา

ปัจจุบันบ่อปลาในประเทศไทย มีการพัฒนาขึ้นเป็นลำดับ การสร้างบ่อปลาคำนึงถึงหลักวิชาการในด้านต่าง ๆ มากขึ้น เช่น นิเวศวิทยา ชีววิทยา การระบายน้ำ คุณภาพของน้ำ ความสะดวกในการปฏิบัติงานการประหยัดค่าก่อสร้าง ฯลฯ วิธีขุดบ่อปลา อาจจะใช้แรงงานคนหรือเครื่องจักรก็ได้ แต่การใช้เครื่องจักรสร้างเสร็จได้รวดเร็วกว่า และคันดินมีความแน่นมากกว่า

2.1 องค์ประกอบสำคัญที่ควรคำนึงถึงในการสร้างบ่อปลา มีดังนี้

2.1.1 รูปร่างของบ่อปลา

รูปร่างของบ่อปลาไม่มีผลกระทบโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของปลา แต่มีผลกระทบต่อสิ่งอื่นซึ่งเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับอัตราการเจริญเติบโตของปลา เช่น การกินอาหารของปลา คุณภาพน้ำ นิเวศวิทยา ฯลฯ ปลาสามารถเจริญเติบโตได้ในบ่อเลี้ยงที่มีรูปร่างต่าง ๆ กัน รูปร่างของบ่อปลาส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับภูมิประเทศ ระบบน้ำ ค่าก่อสร้าง และความสะดวกในการใช้งาน โดยทั่วไป นิยมสร้างบ่อปลาเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า สี่เหลี่ยมจัตุรัส บ่อปลารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสจะมีราคาค่าก่อสร้างต่ำที่สุด เพราะว่ราคาค่าก่อสร้างบ่อปลา คัดจากปริมาตรดินที่ใช้ทำคันบ่อ ในบรรดารูปทรงชนิดต่าง ๆ ทางเรขาคณิต ที่มีพื้นที่เท่ากัน รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีเส้นล้อมรอบพื้นที่สั้นที่สุด การออกแบบบ่อปลา ควรให้มีรูปร่างและขนาดเดียวกัน หรือพยายามออกแบบบ่อปลาให้สามารถใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ร่วมกันได้ ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการทำงานและการประหยัดค่าใช้จ่ายในด้านเครื่องมือและอุปกรณ์

2.1.2 ความลึกของบ่อปลา

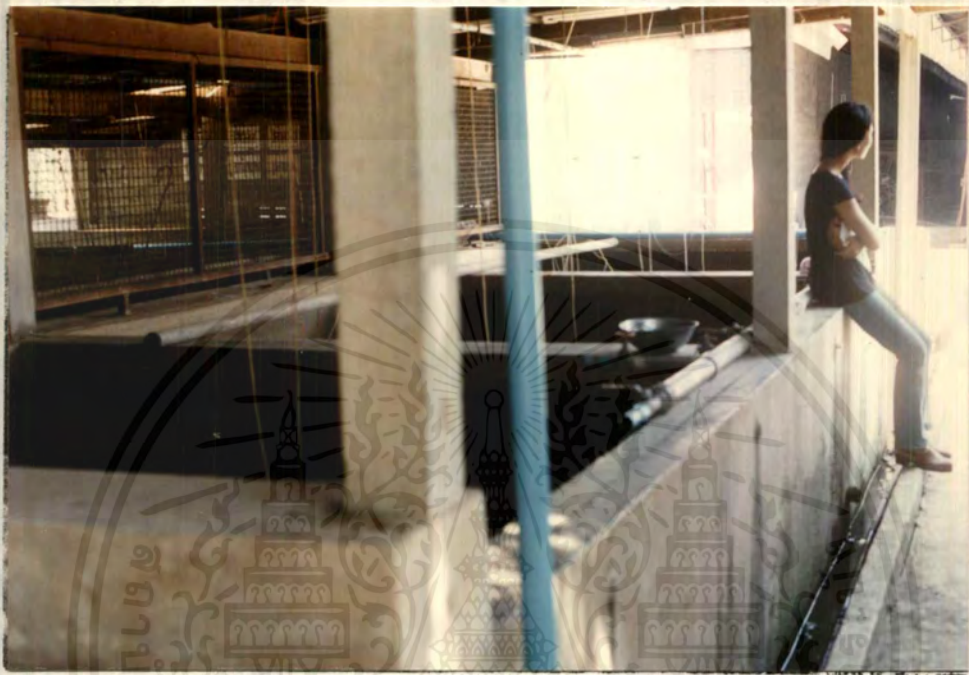
ความลึกของบ่อปลา มีผลเกี่ยวข้องกับการจัดการบ่อปลา และอุณหภูมิของน้ำในบ่อปลา ถ้าบ่อปลาตื้นมากเกินไปแสงแดดส่องผ่านลงไปถึงพื้นก้นบ่อ ทำให้พันธุ์ไม้น้ำเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ป่อก ตื้นเกินไป พื้นก้นบ่อจะตื้นเกินไป อุณหภูมิของน้ำสูงในเวลากลางวันปลาต้องหาที่หลบซ่อน นอกจากนี้อุณหภูมิของน้ำยังมีความสำคัญต่อการกินอาหาร การเจริญเติบโต การผสมพันธุ์ การวางไข่ และการฟักไข่ของปลาอีกด้วย ถ้าอุณหภูมิไม่เหมาะสม จะก่อให้เกิดความเสียหายได้ บ่อเลี้ยงปลาโดยทั่วไปมีระดับน้ำลึกประมาณ 1-1.5 เมตร และระดับน้ำต่ำสุดไม่ควรต่ำกว่า 0.8 เมตร บ่ออนุบาลระดับความลึกของน้ำก็จะตื้นลงเหลือประมาณ 0.3-0.5 เมตร ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับชนิดของปลา ความลึกของบ่อปลามีความสัมพันธ์กับการจับปลาด้วย บ่อที่มีความลึกมากจนทำให้จับปลาจะลึกตามไปด้วย การจับปลาไม่อาจทำได้สมบูรณ์ ปลามีโอกาสหนีรอดได้ และเศษเหลือของอาหารที่ใช้เลี้ยงปลาจะตกทับถมอยู่ก้นบ่อ เป็นสาเหตุให้น้ำเน่าเสียได้

2.1.3 พื้นก้นบ่อปลา

พื้นก้นบ่อปลา ควรสร้างให้มีความลาดเอียงประมาณ 0.1-0.2% ไปตามทิศทางที่มีท่อระบายน้ำออก เพื่อความสะดวกในการระบายน้ำ การระบายน้ำออกจะมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นเมื่อทำพื้นก้นบ่อให้เป็นรูปก้างปลา พื้นก้นบ่อรูปก้างปลา จะช่วยทำให้น้ำที่ขังอยู่ตามบริเวณต่าง ๆ ของพื้นก้นบ่อไหลมารวมกันตรงร่องกลางของก้างปลา ซึ่งควรมีความกว้างประมาณ 0.5 เมตร และไหลออกทางท่อระบายน้ำต่อไป นอกจากนี้ ในขณะที่จับปลาจะช่วยทำให้ปลาเคลื่อนที่ตามร่องก้างปลาไปรวมกันบริเวณแอ่งจับปลาที่สร้างไว้ใกล้ ๆ ทางระบายน้ำออกอีกด้วย แอ่งจับปลาสร้างโดยขุดลึกลงไปต่ำกว่าระดับพื้นก้นบ่อประมาณ 30-50 เซนติเมตร จะทำเป็นแอ่งคอนกรีตก็ได้ มีขนาดพื้นที่ตามความเหมาะสมกับขนาดของบ่อปลาและปริมาณปลาในบ่อ

ภาพที่ 29

แสดงลักษณะของบ่อนูบาลคอนกรีต



ภาพที่ 30

แสดงบ่อนูบาลตาข่ายในบ่อดิน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานานาชาติเท่านั้น ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปใช้ในการค้าขายหรือการให้บริการอื่นใดโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสาร

ภาพที่ 31

แสดงบ่อนูบาลใช้ร่วมกับบ่อเลี้ยง



ภาพที่ 32

แสดงลักษณะบ่อเลี้ยงคอนกรีต



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 33
แสดงบ่อเลี้ยงดิน

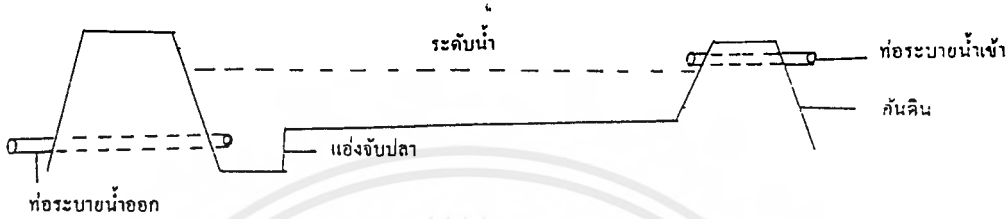


ภาพที่ 34
แสดงลักษณะบ่อเลี้ยงดิน

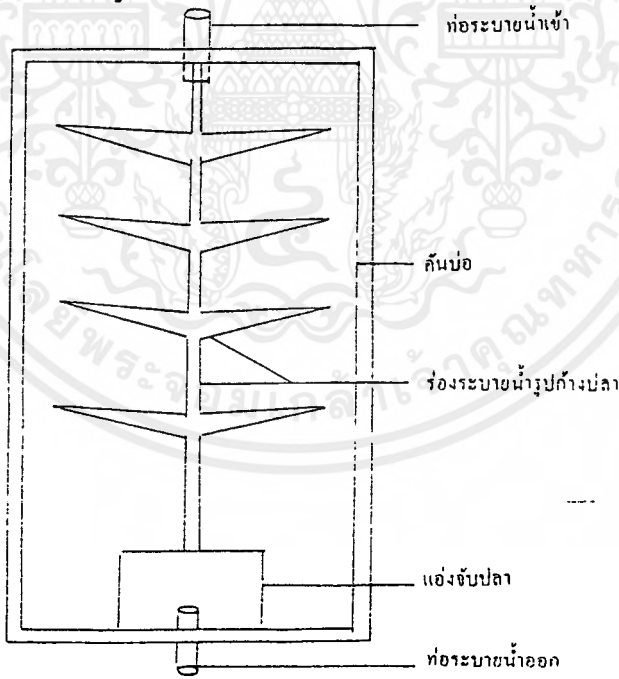


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 35
แสดงพื้นที่กั้นบ่อปลา (ตัดตามยาว)



ภาพที่ 36
แสดงพื้นที่กั้นบ่อรูปกังปลา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การระบายน้ำออกจากบ่อปลาได้ตามวัตถุประสงค์ เป็นสิ่งสำคัญอันหนึ่งที่ทำให้การจัดการบ่อปลามีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น จับปลาได้หมดบ่อ ไม่เหลือคตค้าง การบำรุงรักษา และปรับปรุงบ่อปลาทำได้สมบูรณ์

2.1.4 ขนาดของบ่อปลา

บ่อปลาเมื่อมีหลายชนิด ดังนั้น ขนาดจึงแตกต่างกันไป ขนาดของบ่อปลาแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของการนำไปใช้ประโยชน์ เช่น บ่อเพาะปลา บ่ออนุบาล ย่อมจะมีขนาดเล็กกว่าบ่อเลี้ยง

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับขนาดของบ่อปลา ได้แก่

1. ค่าก่อสร้าง ราคาค่าก่อสร้างต่อพื้นที่ของบ่อขนาดใหญ่จะต่ำกว่าบ่อขนาดเล็ก แต่การสร้างบ่อขนาดใหญ่ค่าก่อสร้างจะมากขึ้น
2. การใช้ประโยชน์จากบ่อปลา ควรสร้างบ่อปลาให้มีขนาดพอเหมาะตามกำลังแรงงานและเครื่องมือ เพื่อให้การผลิตมีประสิทธิภาพสูงสุด ไม่ควรสร้างบ่อปลาหรือฟาร์มปลาที่มีขนาดใหญ่เกินความสามารถที่จะจัดการให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้
3. เวลาที่ใช้เติมน้ำหรือระบายน้ำออกจะต้องพยายามใช้เวลาให้น้อยที่สุด การระบายน้ำออกจากบ่อเพื่อจับปลา ถ้าใช้เวลานานน้ำหนักของปลาจะลดลงทำให้สูญเสียรายได้ส่วนหนึ่งไป

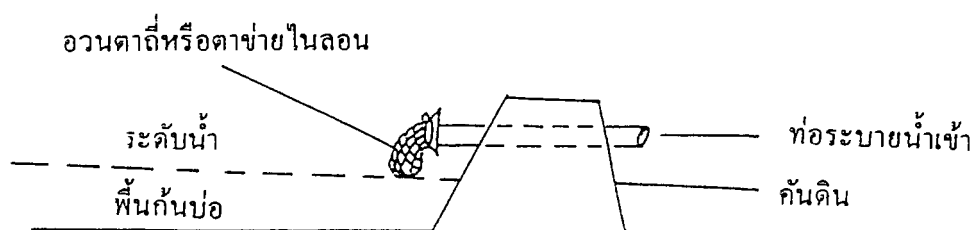
2.1.5 ระบบน้ำของบ่อปลา

ระบบน้ำของบ่อปลา ประกอบด้วย การระบายน้ำเข้าบ่อปลา และการระบายน้ำออกจากบ่อปลา ซึ่งวิธีการระบายน้ำเข้าและออกจากบ่อปลานี้ ควรจะใช้ระยะเวลาสั้น เพื่อเป็นการประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย เช่น บ่อขนาดใหญ่ควรใช้เวลาประมาณ 1-2 วัน บ่อขนาดเล็ก ควรใช้เวลาประมาณ 3-4 ชั่วโมง

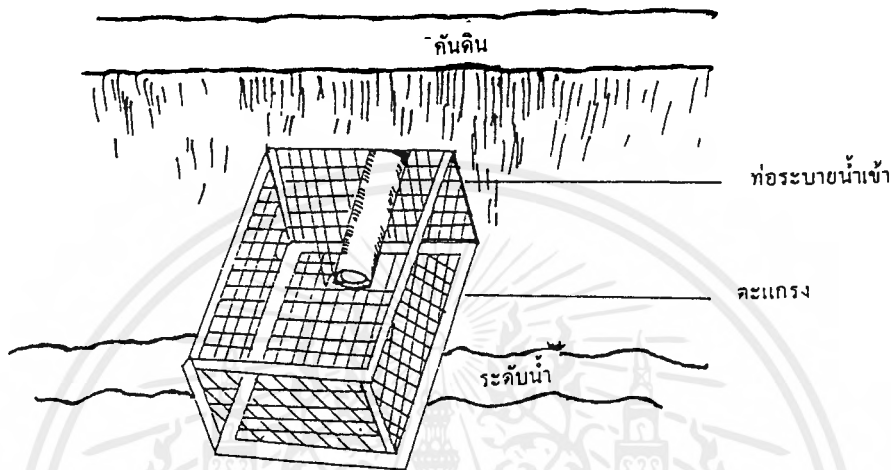
2.1.5.1 การระบายน้ำเข้าบ่อปลา เป็นการเตรียมน้ำไว้เพื่อใช้เลี้ยงปลา หรือเพิ่มปริมาณน้ำในบ่อปลาเมื่อมีความจำเป็น เช่น ระดับน้ำในบ่อเลี้ยงปลาลดต่ำลงมากเกินไป น้ำในบ่อปลาเน่าเสีย ปลาเกิดโรค หรือปรสิต ฯลฯ การระบายน้ำเข้าบ่อจะต้องมีการป้องกันไม่ให้ปลาหรือสัตว์น้ำอื่น ๆ ที่ติดมากับน้ำเข้าไปในบ่อปลา เพราะว่า ปลาหรือสัตว์น้ำเหล่านั้นจะมาแย่งอาหารเป็นตัวนำเชื้อโรคและปรสิต นอกจากนี้ปลาและสัตว์น้ำบางชนิดยังเป็นตัวห้ำ (Predator) อีกด้วย ลักษณะของฟาร์มปลาที่สมบูรณ์แบบ จะมีบ่อพักและเก็บน้ำ เพื่อปรับปรุงคุณภาพก่อนการนำน้ำไปใช้ ถ้าเป็นไปได้ การนำน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติเข้ามาพักในบ่อพักและเก็บน้ำ ควรนำเข้ามาได้โดยวิธีเปิดประตูน้ำ เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่าย การนำน้ำจากบ่อพักไปยังบ่อปลา อาจจะใช้เครื่องสูบน้ำ หรือระหัดวิดน้ำ หรือวิธีอย่างอื่น เพื่อปล่อยน้ำลงไปในลำราง ที่อาจจะอยู่หัวฟาร์ม ท้ายฟาร์ม หรือผ่านการฟาร์มก็ได้ ตามความเหมาะสมจากลำรางน้ำจะไหลลงสู่รางระบายน้ำ ซึ่งสร้างไว้บนคันบ่อปลาไปยังบ่อต่าง ๆ การรดน้ำให้ไหลไปตามทิศทางที่ต้องการนั้น กระทำได้โดยใช้ไม้ปิดกั้นทางน้ำ และก่อนที่น้ำลงสู่บ่อปลา จะผ่านตุ้มกรองในลอนดาที่ที่ติดไว้กับรางระบายน้ำ บางฟาร์มระบบน้ำที่ไหลลงสู่บ่อปลา จะผ่านไปทางท่อน้ำเข้า ซึ่งสร้างไว้สูงกว่าระดับน้ำในบ่อปลา และปลายท่อน้ำผูกมัดคลุมด้วยยวนดาที่หรือตาข่ายในลอน หรือใช้ตะแกรงดาตีกรองน้ำ น้ำที่นำเข้าบ่อปลาทุกครั้ง ควรจะผ่านตะแกรงดาตี หรือตาข่ายในลอน เพื่อป้องกันปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ หลุดรอดเข้าไปในบ่อ

ภาพที่ 37

แสดงท่อน้ำผูกมัดคลุมด้วยยวนดาที่



ภาพที่ 38
แสดงตะแกรงตาถี่กรองน้ำเข้าบ่อปลา



2.1.5.2 การระบายน้ำออกจากบ่อปลา มีวัตถุประสงค์หลายอย่าง เช่น เป็นการตากบ่อ เพื่อทะนุบำรุงพื้นดินก้นบ่อ ซึ่งเป็นแหล่งธาตุอาหารของแพลงก์ตอนพืช เพื่อกำจัดโรคและปรสิต เพื่อกำจัดตัวห้ำ เพื่อจับปลาขาย ฯลฯ นอกจากนี้การระบายน้ำออกจากบ่อปลาในระหว่างเลี้ยงปลายังมีความสำคัญมากอีกด้วย เพราะว่าหลังจากปล่อยปลาลงเลี้ยงแล้ว มีการให้อาหารปลาอยู่กันอย่างหนาแน่น พื้นก้นบ่อเกิดโคลนตม สิ่งเหล่านี้จะทำให้คุณภาพของน้ำเสื่อมลง มีผลกระทบต่ออาการเจริญเติบโต และการเกิดโรคของปลาอีกด้วย การเติมน้ำลงในบ่อปลา เป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้คุณภาพของน้ำดีขึ้น แต่วิธีการที่ถูกต้อง คือ การระบายน้ำบางส่วนที่อยู่ก้นบ่อทิ้งแล้วเติมน้ำใหม่ลงไป การระบายน้ำออกจากบ่อปลาที่ดี ควรจะทำให้หมดได้อย่างสมบูรณ์ บ่อปลาที่มีการระบายน้ำดีและระบายน้ำได้ง่าย มักเป็นบ่อปลาที่สร้างขึ้นบนพื้นที่ที่มีความลาดเอียง ส่วนบ่อปลาที่สร้างอยู่ในบริเวณที่ราบลุ่ม ระดับพื้นก้นบ่อมักจะอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำภายนอก จึงทำให้มีอุปสรรคต่อการระบายน้ำพื้นก้นบ่อแห้งช้าหรือไม่แห้ง บ่อปลาลักษณะนี้ต้องใช้เครื่องสูบน้ำ เพื่อ

ระบายน้ำออก ส่วนบ่อปลาที่ตั้งอยู่ในบริเวณลาดเอียงอาจจะระบายน้ำออกได้ โดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก

2.1.5.3 ท่อระบายน้ำออกสร้างได้หลายอย่าง ตั้งแต่วิธีง่าย ๆ จนถึงวิธีที่ซับซ้อนมากขึ้น คือ

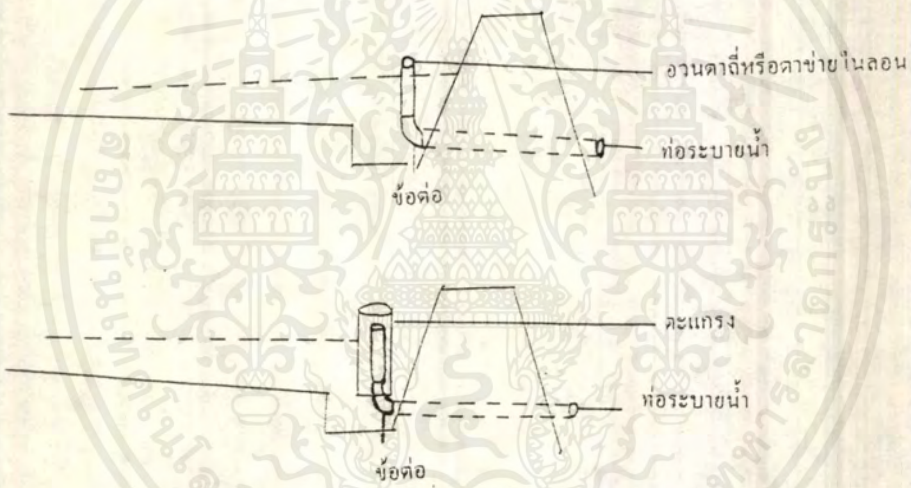
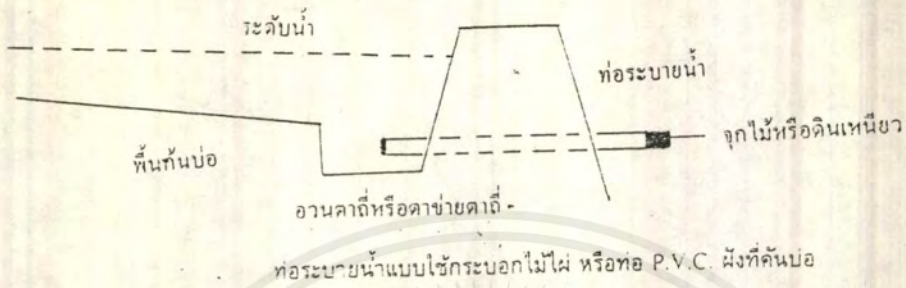
ก. ใช้กระบอกไม้ไผ่ตัดเป็นท่อน หรือใช้ท่อ P.V.C. ผึงไว้ที่คันบ่อ ปลาขุดด้านในบ่อคลุ้มด้วยเนื้อวนดาถั่วหรือดาข่าในล่อน ส่วนปลายด้านนอกบ่ออุดด้วยดินเหนียวหรือจุกไม้ เมื่อระบายน้ำออกก็ดึงจุกไม้ออกหรือเอาดินเหนียวออก

ข. ใช้ท่อ P.V.C. ที่มีข้อต่อแบบถอดออกได้ เมื่อต้องการจะระบายน้ำออกจากบ่อปลา

ค. ประดูระบายน้ำ บ่อปลาที่มีขนาดใหญ่ มีปริมาณน้ำมาก ถ้าระบายน้ำโดยใช้ท่อระบายน้ำ จะต้องเสียเวลานาน ฉะนั้นบ่อปลาขนาดใหญ่จึงควรสร้างประดูระบายน้ำ การสร้างประดูระบายน้ำนั้น ควรสร้างไว้ตรงกึ่งกลางคันบ่อ ประดูระบายน้ำประกอบด้วยส่วนสำคัญ คือ แผ่นไม้ที่ใช้กันน้ำ ซึ่งสามารถควบคุมระดับน้ำได้ โดยการยกแผ่นไม้ออก หรือใส่แผ่นไม้เพิ่มให้สูงขึ้น และมีตะแกรงกันก้นปลาหนีด้วย

ภาพที่ 39

แสดงท่อระบายน้ำ P.V.C. มีข้อต่อถอดออกได้



ภาพที่ 40

แสดงลักษณะเครื่องสูบน้ำที่ใช้ในฟาร์มเลี้ยงปลา

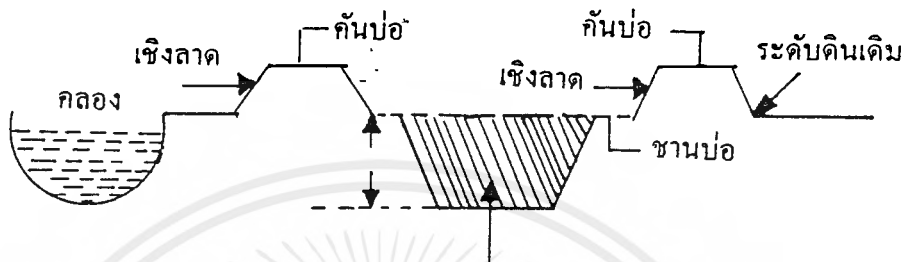


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

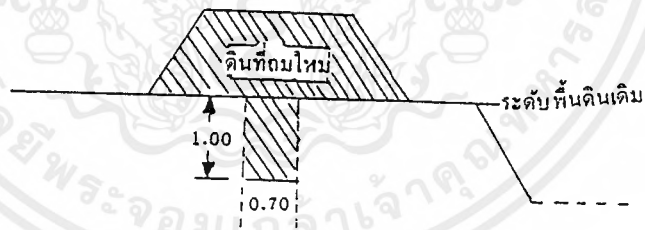
2.1.6 คันบ่อปลา

คันบ่อปลาเป็นขอบเขตของบ่อปลา เพื่อเก็บกักน้ำ และใช้เป็นถนนสำหรับขนย้ายหรือลำเลียงเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในฟาร์มได้ด้วย คันบ่อปลาต้องสร้างให้แข็งแรง เพื่อป้องกันการยุบพังทลาย วิธีทำคันบ่อปลาจะขุดดินจากส่วนที่เป็นบ่อไปถมเป็นคันบ่อ คันบ่อควรห่างจากส่วนที่ขุดลึกลงไปเป็นบ่อ ไม่น้อยกว่า 1-2 เมตร โดยรอบเพื่อป้องกันการทรุดตัว และน้ำฝนชะล้างดินตกลงสู่พื้นคันบ่อ การก่อสร้างคันบ่อปลาควรบดอัดทุก ๆ 20 เซนติเมตร เพื่อให้ดินเก่าเชื่อมชิดกับดินใหม่เป็นเนื้อเดียวกัน ดินบางชนิดเมื่อเอาดินใหม่ที่ขุดมาถมเป็นคันบ่อดินใหม่ไม่สามารถเกาะตัวกับดินเก่าได้ วิธีแก้ไข คือ ขุดดินเก่าให้เป็นส่วนลึกตรงกึ่งกลางที่จะตั้งคันบ่อลึกประมาณ 50 เซนติเมตร ถึง 1.00 เมตร กว้าง 50-70 เซนติเมตร ทั้งนี้ต้องพิจารณาถึงขนาดของคันบ่อด้วยว่ากว้างและสูงเท่าใดเพื่อความเหมาะสม ขณะก่อสร้างคันบ่อต้องกำจัดต้นไม้ตอไม้หรือกิ่งไม้ออกจากพื้นที่คันบ่อให้หมด เพื่อป้องกันไม่ให้สิ่งเหล่านี้ถูกฝัง หรือถูกทับอยู่ในคันบ่อ ถ้าซากของต้นไม้ถูกฝังอยู่ในดินคันบ่อ จะเกิดการเน่าผุ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้คันบ่อปลารั่วซึมในระยะเวลาต่อมา คันบ่อปลาควรมีความกว้างอย่างน้อยที่สุดไม่ต่ำกว่า 1 เมตร บางฟาร์มอาจจะมีคันบ่อปลากว้าง 6-8 เมตร เพื่อใช้เป็นถนนสำหรับรถยนต์ที่ใช้งานในฟาร์ม ผิวบนคันบ่อปลาอาจโรยดินลูกรัง เพื่อความสะดวกในการขนย้ายเครื่องมือและอุปกรณ์ในฤดูฝน บ่อปลาขนาดเล็กคันบ่อปลาควรจะสูงกว่าระดับผิวน้ำสูงสุดในบ่อประมาณ 30 เซนติเมตร และ 50 เซนติเมตร สำหรับบ่อปลาขนาดใหญ่ คันบ่อปลาควรมีความลาดเอียง เพื่อลดการพังทลายของดิน โดยด้านในมีความลาดเอียงประมาณ 1:1.5-2 และด้านนอกประมาณ 1:1 ส่วนที่ลาดเอียงนี้ ถ้าเป็นไปได้ควรปลูกหญ้าคลุมดิน เพื่อป้องกันการพังทลายของดิน

ภาพที่ 41
แสดงการขุดดินทำคันบ่อ



ภาพที่ 42
แสดงการทำคันดินให้แน่น



คุณภาพของน้ำในบ่อปลา (2536 : หน้า 36-56)

คุณภาพของน้ำในบ่อปลา เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราการเจริญเติบโต การเกิดโรคและปรสิต การผสมพันธุ์วางไข่ และการตายของปลา ถ้าปลาได้อาศัยอยู่ในน้ำซึ่งมีคุณภาพดี มีความเหมาะสมต่อชนิดและขนาดของปลา ก็จะทำให้ปลาดำเนินชีวิตได้เป็นปกติเจริญเติบโตปราศจากโรคและปรสิต ดังนั้น การเลี้ยงปลาเพื่อมุ่งหวังจะให้มีประสิทธิภาพการผลิตสูงนั้น ควรคำนึงถึงการจัดการให้น้ำในบ่อปลามีคุณภาพดี และมีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของปลาเป็นสำคัญ อนึ่ง การที่จะกำหนดกฎเกณฑ์ลงไปว่า คุณภาพน้ำอย่างไร จึงจะมีความเหมาะสมต่อการเลี้ยงปลา หรือการผลิตปลาให้ได้ประสิทธิภาพสูงนั้น เป็นเรื่องที่ยากซับซ้อนเกินกว่าจะเข้าใจได้แน่ชัด เพราะว่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของปลานั้น มีมากมายหลายอย่าง เช่น อาหาร ความหนาแน่นของปลา พันธุ์ปลา การเกิดโรคและปรสิต สภาพภูมิอากาศ คุณภาพของน้ำ ฯลฯ นอกจากนี้ คุณภาพของน้ำเองก็ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยสัณเขรหลายอย่างเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น ปริมาณก๊าซชนิดต่าง ๆ ที่อยู่ในน้ำ ปริมาณอินทรียสารในน้ำ ปริมาณอินทรียสารในน้ำ ฯลฯ ความเหมาะสมของคุณภาพน้ำที่มีผลต่อการเลี้ยงปลาชนิดต่าง ๆ นั้น จึงจำเป็นต้องใช้เวลาศึกษาหาข้อมูลและประสบการณ์ เพื่อนำมาปรับใช้ให้ถูกต้องเหมาะสม คุณภาพของน้ำในบ่อเลี้ยงปลานั้น มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของน้ำในบ่อปลา ซึ่งอธิบายได้ ดังนี้

1. คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำ

1.1 อุณหภูมิ

แสงแดดที่ส่องกระทบพื้นผิวน้ำ แสงส่วนที่ถูกดูดกลืนจะเปลี่ยนรูปจากพลังงานแสง เป็นพลังงานความร้อน พลังงานความร้อนเมื่อสะสมอยู่ในน้ำมากพอก็จะทำให้น้ำร้อนขึ้นหรืออุณหภูมิสูงขึ้น และลมจะทำให้เกิดคลื่นน้ำซึ่งช่วยให้ความร้อนที่น้ำดูดกลืนไว้กระจายไปทั่วบ่อ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำในบ่อปลาเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น ปริมาณแสงแดดที่ได้รับ การถ่ายเทน้ำ ฤดูกาล สภาพภูมิอากาศ เป็นต้น อุณหภูมิมีความสำคัญต่อระบบนิเวศน์ของบ่อเลี้ยงปลา ซึ่งมีผลกระทบต่อชีวิตความเป็นอยู่ของปลาในบ่อ ทั้งโดยตรงและทางอ้อม เพราะว่า

อุณหภูมิมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางกายภาพ เคมี และชีวภาพหลายอย่าง อาทิ เช่น ความอดทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของปลาจะขึ้นอยู่กับชนิด ขนาด และอายุของปลา ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความเค็มของปลา และมลภาวะของน้ำ เป็นต้น โดยทั่วไปปลู ปลาและปลาขนาดใหญ่ สามารถอดทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้ในช่วงกว้างกว่าตัวอ่อน Alabaster และ Lloyd (1982; อ้างถึง Shuliak, 1965; Shkorbatov, 1954) รายงานว่า ถ้าเพิ่ม อุณหภูมิของน้ำจาก 20° ซ. จนถึง 30°ซ. อัตราลดของปลาใน มีค่าสูงกว่าการลดอุณหภูมิของน้ำ จาก 30°ซ. เหลือ 20°ซ. ส่วนใหญ่ปลาที่อยู่ในภูมิอากาศหนาวเย็น จะเจริญเติบโตช้ากว่าปลาที่ อาศัยอยู่ในเขตอบอุ่นและเขตร้อน เมื่ออุณหภูมิของน้ำต่ำ เช่น ในช่วงฤดูหนาว การกินอาหารของ ปลาจะลดน้อยลง อัตราเผาผลาญอาหาร (Metabolic Rate) ลดลง ประสิทธิภาพการฟักออกของ ไข่ลดลง การเกิดโรคและปรสิตของปลา และยังเกี่ยวข้องกับการสร้างภูมิคุ้มกันของปลาอีกด้วย เช่น การเกิดโรคระบาดของปลาในประเทศไทย มักจะเกิดในฤดูหนาว ซึ่งอุณหภูมิของน้ำต่ำ นอกจากนี้ อุณหภูมิยังมีอิทธิพลต่อการละลายของก๊าซชนิดต่าง ๆ ในน้ำอีกด้วย เช่น ก๊าซ ออกซิเจน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ละลายน้ำได้มากขึ้น เมื่ออุณหภูมิของน้ำลดต่ำลง และอุณหภูมิ มีอิทธิพลต่อการเน่าสลายของอินทรีย์สาร การละลายของเกลือแร่ในน้ำ สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ซึ่งเป็น อาหารของปลา เป็นต้น

1.2 สี

สีของน้ำที่มองเห็น เป็นสีที่ไม่ถูกดูดซึม ซึ่งเป็นส่วนเหลือจากแสงที่ส่องลงน้ำ น้ำ บริสุทธิ์จริง ๆ จะดูดซึมองค์ประกอบของแสงได้ทั้งหมด ดังนั้น น้ำบริสุทธิ์จึงไม่มีสี ส่วนน้ำใน แหล่งน้ำธรรมชาติทั่วไปที่เห็นเป็นสีต่าง ๆ นั้น ก็ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของแต่ละแหล่งน้ำ

สีของน้ำ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. สีจริง (True Colour) เป็นสีของน้ำซึ่งเกิดจากสารละลายชนิดต่าง ๆ ที่อยู่ในน้ำ สารที่ละลายในน้ำอาจเป็นสารอินทรีย์ เช่น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เป็นต้น หรือเป็นสาร อนินทรีย์ เช่น แร่ธาตุต่าง ๆ สิ่งเหล่านี้ทำให้น้ำเกิดสีต่าง ๆ

2. สีปรากฏ (Apparent Colour) เป็นสีที่เกิดจากการสะท้อนของแสง จากพื้นก้น แหล่งน้ำ ท้องฟ้า สารแขวนลอยในน้ำ สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำ เช่น แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ ฯลฯ

สีของน้ำเป็นสิ่งที่ใช้ประเมินค่ากำลังผลิต และองค์ประกอบทางเคมีของน้ำได้ บ้างอย่างคร่าว ๆ เช่น น้ำที่มีหินปูน หรือแคลเซียมคาร์บอเนตปะปนอยู่ จะมีสีเขียวอ่อน เฟอร์ริกไฮดรอกไซด์ ทำให้น้ำมีสีแดง สารพวกกำมะถัน ทำให้น้ำมีสีเขียวอมเหลือง ไคอะคอม ทำให้เกิดสีค่อนข้างเหลือง หรือเหลืองอมน้ำตาล สำหรับสีน้ำตาล ทำให้น้ำมีสีเขียวเข้ม แพลงก์ตอนสัตว์พวกกุ้งปูเล็ก ๆ (Microcrustaceans) ทำให้น้ำมีสีแดง อีวามัส ทำให้น้ำมีสีน้ำตาลอมเหลือง โดยทั่วไปแหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์และกำลังผลิตสูง เพราะว่ามีปริมาณสารอินทรีย์มากจะมีสีเหลืองหรือสีน้ำตาล ส่วนแหล่งน้ำที่มีกำลังผลิตต่ำ เพราะว่ามีปริมาณสารอินทรีย์น้อย จะมีสีน้ำเงินหรือสีค่อนข้างเขียว ทั้งนี้ไม่ได้พิจารณาเกี่ยวกับปริมาณแพลงก์ตอนพืช ที่ทำให้น้ำมีสีเขียวด้วย สำหรับน้ำที่เหมาะสมจะใช้เลี้ยงปลานั้น ควรมีสีค่อนข้างเขียวหรือน้ำเงินอ่อน น้ำในบ่อปลาที่มีสีเหลืองหรือน้ำตาลนั้น ส่วนใหญ่จะมีฤทธิ์เป็นกรด และมีค่าความเป็นด่างต่ำ ไม่เหมาะสำหรับใช้เลี้ยงปลา (Huet, 1979)

1.3 ความขุ่น (Turbidity)

ความขุ่นของน้ำเกิดจากปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำ ซึ่งคอยกีดขวางการส่องผ่านของแสง สารแขวนลอยดังกล่าว ได้แก่ แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ อนุภาคของดิน อนุภาคของทราย แบคทีเรีย แร่ธาตุต่าง ๆ ฯลฯ ความขุ่นของน้ำซึ่งเกิดจากแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ เป็นที่ต้องการสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ส่วนอนุภาคของดิน อนุภาคของทราย มักจะทำให้เกิดความเสียหายแก่สิ่งมีชีวิตในน้ำ น้ำที่มีความขุ่นมาก ทำให้แสงสว่างส่องลงไปได้ไม่ลึก การสังเคราะห์แสงของพืชลดลง ทำให้กำลังผลิตขั้นต้น (Primary Productivity) ของแหล่งน้ำลดลง มีผลให้ปริมาณอาหารธรรมชาติของสัตว์น้ำลดลงด้วย สารแขวนลอยที่ทำให้เกิดความขุ่น สามารถทำอันตรายต่อสัตว์น้ำโดยตรง โดยตะกอนและสารแขวนลอยเข้าไปอุดช่อง

เหวี่ยง ทำให้การหายใจติดขัด นอกจากนี้ สารแขวนลอยยังทำให้การเจริญเติบโตของสัตว์น้ำช้ากว่าปกติ การฟักไข่หยุดชะงัก หรือช้าลง การตรวจหาความขุ่นของน้ำ กระทำได้โดยใช้เครื่องมือวัด เช่น ใช้เครื่อง Spectrophotometer หรือน้ำหนักของสารแขวนลอย และของแข็งในน้ำ โดยวิธีการระเหยน้ำให้แห้งหรือวัดความโปร่งแสง (Transparency) แหล่งน้ำที่ให้ผลผลิตทางการประมงที่ดี ควรจะมีค่าปริมาณสารแขวนลอยอยู่ในช่วงระหว่าง 25-80 มิลลิกรัม/ลิตร แต่ถ้าอยู่ในช่วงระหว่าง 80-400 มิลลิกรัม/ลิตร ผลผลิตจะลดลง และถ้ามากกว่า 400 มิลลิกรัม/ลิตรขึ้นไป ทำให้การเลี้ยงปลาไม่ได้ผล แหล่งน้ำมีค่าความโปร่งแสงอยู่ในระหว่าง 30-60 เซนติเมตร เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ ค่าความโปร่งแสงต่ำกว่า 30 เซนติเมตร แสดงว่าน้ำขุ่นมากเกินไป หรือมีปริมาณแพลงก์ตอนมากเกินไป ซึ่งอาจจะทำให้ขาดแคลนออกซิเจนได้ ถ้าความโปร่งแสงมีค่าสูงกว่า 60 เซนติเมตรขึ้นไป แสดงว่าเหล่าน้ำนั้นไม่ค่อยอุดมสมบูรณ์ (ไมตรี และ จารุวรรณ, 2528)

2. คุณสมบัติทางเคมีของน้ำ

2.1 ออกซิเจน

ปลาใช้ออกซิเจนที่ละลายในน้ำเพื่อการหายใจ ดังนั้นปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำจึงมีผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของปลาในด้านต่าง ๆ ได้แก่ การเจริญเติบโต การตาย การเผาผลาญอาหารในร่างกาย การกินอาหาร ความต้านทานต่อโรค พฤติกรรมของปลา เป็นต้น อัตราการใช้ออกซิเจนของปลาแตกต่างกันตามชนิด ขนาด ระยะต่าง ๆ ในช่วงชีวิต พฤติกรรมของปลา เช่น การกินอาหาร การสืบพันธุ์ การเคลื่อนไหว เป็นต้น และสภาพแวดล้อมที่ปลาอาศัยอยู่ เช่น อุณหภูมิ ปลาจะใช้ออกซิเจนมากขึ้นตามอุณหภูมิของน้ำที่สูงขึ้น ทั้งนี้เพราะว่าอุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้อัตราการเผาผลาญอาหารในร่างกายของปลาสูงขึ้น ปลาจึงกินอาหารมากขึ้น โดยทั่วไปปลาขนาดเล็กใช้ออกซิเจนต่อหน่วยน้ำหนักมากกว่าปลาขนาดใหญ่ และปลาอ้วนมีอัตราการใช้ออกซิเจนสูงกว่าปลาผอม (Moss และ Scott, 1964) อัตราการใช้ออกซิเจนของปลาที่เคลื่อนไหวที่สูงกว่าปลาที่อยู่นิ่ง เมื่อปลาเคลื่อนไหวที่เร็วขึ้น จะใช้ออกซิเจนมากขึ้น เช่น ปลานิลว่ายน้ำด้วยความเร็ว 30 เซนติเมตร/วินาที ที่อุณหภูมิ 25 °ซ. มีอัตราการใช้ออกซิเจน 220 มิลลิกรัม/กิโลกรัม/ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อว่ายน้ำด้วยความเร็ว 60 เซนติเมตร/วินาที จะมีอัตราการใช้ออกซิเจนเป็น 460 มิลลิกรัม/กิโลกรัม/ชั่วโมง (Farmer และ Beamish 1969) ปลาจะกินอาหารน้อยลงเมื่อปริมาณออกซิเจนในน้ำลดต่ำลง ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ปลาเจริญเติบโตช้า เมื่ออาศัยอยู่ในน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำ การใช้ออกซิเจนของปลาหลังจากกินอาหารมีอัตราสูงกว่าเมื่อปลายังไม่ได้กินอาหาร เนื่องจากปลาต้องใช้พลังงานเพิ่มขึ้นเพื่อกระบวนการย่อยอาหาร ปลาทุกด้านขนาดน้ำหนักประมาณ 136-186 กรัม ที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตกลมสามารถอยู่ได้ในน้ำไม่มีออกซิเจนติดต่อกันเป็นเวลานาน 9 ชั่วโมง

ตารางที่ 7

แสดงระดับต่ำสุดของออกซิเจนที่ทำให้ปลาชนิดต่าง ๆ ตาย

ชนิดปลา	ปริมาณออกซิเจนที่ละลาย (มิลลิกรัม/ลิตร)
ปลาทอง	0.1-2.0
ปลาฉา	0.2-0.6
ปลาไน	0.2-0.8
ปลาลิ้น	0.3-1.1
ปลาชี่สกเทศ	0.7
ปลาสลิค	1.6-3.8
ปลาสวาย	1.1-2.4
ปลานิล	0.8-1.2
ปลาตะเพียนขาว	0.4-1.1

ที่มา : ไมตรี (-)

น้ำในบ่อปลาส่วนใหญ่ได้รับออกซิเจนการสังเคราะห์แสงของพืชในน้ำ และจากการที่ออกซิเจนในอากาศละลายปนกับน้ำ แต่ปริมาณออกซิเจนที่ได้รับจากการสังเคราะห์แสงสูงกว่าปริมาณที่ได้รับจากอากาศ ดังนั้น ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง ย่อมมีผลกระทบต่อปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำด้วย ปัจจัยที่ควบคุมการสังเคราะห์แสง ได้แก่ อุณหภูมิ แสงแดด ธาตุอาหาร ชนิดของพืช ปริมาณพืช เป็นต้น นอกจากนี้ ยังมีปัจจัยอื่นที่ควบคุมให้น้ำในบ่อปลารับออกซิเจนทั้งที่มาจากอากาศ และจากการสังเคราะห์แสงได้ในปริมาณที่จำกัดอีกด้วย

ปัจจัยที่จำกัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในบ่อปลา ได้แก่

1. อุณหภูมิ ที่ความดันของบรรยากาศเดียวกัน การละลายของออกซิเจนปนกับน้ำที่อุณหภูมิต่ำ มีมากกว่าที่อุณหภูมิสูง เช่น ที่ความดันบรรยากาศ 760 มิลลิเมตรปรอท ออกซิเจนละลายน้ำได้ 7.99 มิลลิกรัม/ลิตร ที่อุณหภูมิ 26°ซ. และละลายได้ 7.53 มิลลิกรัม/ลิตร ที่อุณหภูมิ 30°ซ.
2. ความดันอากาศที่อุณหภูมิเดียวกัน ออกซิเจนสามารถละลายปนกับน้ำได้ที่มีความดันอากาศสูงมากกว่าที่ความดันอากาศต่ำ
3. ความเค็ม ออกซิเจนละลายปนกับน้ำได้น้อยลง ถ้าความเค็มของน้ำเพิ่มขึ้น การละลายของออกซิเจนปนกับน้ำลดลงประมาณ 5% ต่อความเค็มของน้ำที่เพิ่มขึ้น 9,000 มิลลิกรัม/ลิตร (Boyd, 1981) อย่างไรก็ตาม สำหรับน้ำจืดอิทธิพลของความเค็มถือเป็นสิ่งเล็กน้อยมากต่อการละลายของออกซิเจน
4. พื้นที่ผิวน้ำ การถ่ายเทออกซิเจนระหว่างน้ำและอากาศเกิดขึ้นตลอดเวลา โดยอาศัยหลักการ คือ ออกซิเจนในอากาศสัมผัสกับผิวน้ำและซึมละลายปนกับน้ำ ส่วนออกซิเจนในน้ำจะแพร่ขึ้นสู่อากาศ ดังนั้นถ้าพื้นที่ผิวน้ำมาก โอกาสที่น้ำจะได้รับออกซิเจนจากอากาศก็มากตามไปด้วย นอกจากนี้ ลมยังเป็นกลไกสำคัญที่ทำให้น้ำเกิดคลื่นซึ่งเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวน้ำให้มากขึ้นอีก ฉะนั้น ในเวลากลางคืนที่มีลมแรง น้ำในบ่อปลาจึงไม่ขาดแคลนออกซิเจน

ตารางที่ 8
แสดงปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ
ที่ความดันบรรยากาศ 760 มิลลิเมตรปรอท

อุณหภูมิ (°ซ.)	ปริมาณออกซิเจนที่ละลาย (มิลลิกรัม/ลิตร)
20	8.84
21	8.68
22	8.53
23	8.38
24	8.25
25	8.11
26	7.99
27	7.86
28	7.75
29	7.64
30	7.53
31	7.42
32	7.32
33	7.22
34	7.13
35	7.04

ที่มา : Boyd (1981)

ตามทฤษฎี ถ้าปริมาณออกซิเจนในน้ำสมดุลกับในอากาศ คือ ปริมาณออกซิเจนในน้ำและในอากาศมีเท่ากัน เรียกว่า น้ำอิ่มตัวด้วยออกซิเจน (Saturated Water) การแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนระหว่างน้ำและอากาศจะไม่เกิดขึ้น แต่ตามสภาพความเป็นจริงที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ การแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนระหว่างน้ำและอากาศมีอยู่ตลอดเวลา การละลายของก๊าซออกซิเจนในอากาศที่จะละลายปนกับน้ำเกิดขึ้น เมื่อน้ำมีปริมาณออกซิเจนละลายปนอยู่ต่ำกว่าจุดอิ่มตัว (Unsaturated With Dissolved Oxygen) ตัวอย่างเช่น ที่อุณหภูมิ 28 °ซ. ความสามารถของออกซิเจนที่จะละลายปนกับน้ำ มีค่าเท่ากับ 7.75 มิลลิกรัม/ลิตร แต่ในน้ำมีปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกซิเจนที่ละลายอยู่ต่ำกว่า 7.75 มิลลิกรัม/ลิตร เพราะฉะนั้น ออกซิเจนในอากาศจะซึมปนกับน้ำ และในทำนองเดียวกัน การแพร่ของออกซิเจนจากน้ำขึ้นสู่อากาศ เกิดขึ้นเมื่อน้ำมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายปนอยู่สูงกว่าจุดอิ่มตัว (Super-Saturated With Dissolved Oxygen) ตัวอย่างเช่น ที่ 28°C. ในน้ำมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่สูงกว่า 7.75 มิลลิกรัม/ลิตร กรณีนี้ออกซิเจนในน้ำจะแพร่สู่อากาศ เป็นต้น

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในบ่อปลาลดลง เนื่องจาก

1. การหายใจ แพลงค์ตอนพืช และพืชน้ำสังเคราะห์แสงในเวลากลางวัน ผลจากกระบวนการสังเคราะห์แสง คือ น้ำได้รับออกซิเจน แต่แพลงค์ตอนพืช พืชน้ำ แพลงค์ตอนสัตว์ ปลา และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในน้ำ ใช้ออกซิเจนเพื่อการหายใจ ทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน

2. การย่อยสลายอินทรีย์สาร แบคทีเรียใช้ออกซิเจนเพื่อการย่อยสลายอินทรีย์สาร ทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน กระบวนการย่อยสลายอินทรีย์สารจะเกิดขึ้นมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณอินทรีย์สาร ปริมาณของแบคทีเรียและอุณหภูมิ ถ้าหากอินทรีย์สารย่อยง่ายและมีปริมาณมาก อุณหภูมิสูง และมีแบคทีเรียจำนวนมาก การใช้ออกซิเจนเพื่อการย่อยสลายอินทรีย์สาร ก็จะมากตามไปด้วย ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์สาร เพื่อการดำรงชีวิตนี้ เรียกว่า Biochemical Oxygen Demand (BOD) Boyd

3. การย่อยสลายอินทรีย์สารในบ่อปลา นอกจากจะมีแบคทีเรียที่ใช้อินทรีย์สารเป็นอาหาร (Saprophytic Bacteria) แล้ว ยังมีแบคทีเรีย ซึ่งใช้อินทรีย์สารเป็นอาหาร (Autotrophic Bacteria) ผลที่เกิดขึ้นหลังจากแบคทีเรียกลุ่มที่ใช้อินทรีย์สารเป็นอาหารใช้ออกซิเจนเพื่อย่อยสลายอินทรีย์สาร คือ ไนโตรเจนในรูปแอมโมเนีย ต่อจากนั้น แบคทีเรียกลุ่มที่ใช้อินทรีย์สารเป็นอาหาร จะใช้ออกซิเจนในกระบวนการย่อยสลายไนโตรเจนในรูปแอมโมเนีย ให้เป็นไนไตร์และไนเตรทต่อไป

4. กระบวนการทางเคมีของสารประกอบหรือแร่ธาตุต่าง ๆ ในบ่อปลาที่มีอินทรีย์สารมากเกินไป ซึ่งอาจเกิดจากการได้รับอินทรีย์สาร ที่ติดมากับน้ำภายนอก หรือเกิดจากการที่ แพลงค์ตอนพืช แพลงค์ตอนสัตว์ และพืชน้ำตายลงอย่างกะทันหันเป็นจำนวนมาก ในสภาพเช่นนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากออกซิเจนจะถูกใช้โดยแบคทีเรียเพื่อย่อยสลายอินทรีย์สารแล้ว ออกซิเจนยังถูกใช้ในกระบวนการสลายอินทรีย์สารโดยตรง ออกซิเจนที่ถูกใช้ไปในกระบวนการย่อยสลายอินทรีย์สารซึ่งใช้ออกซิเจนโดยตรงซึ่งไม่ผ่านแบคทีเรีย เรียกว่า Chemical Oxygen Demand (COD) กระบวนการนี้มักจะใช้ออกซิเจนในปริมาณมากกว่ากระบวนการย่อยสลายอินทรีย์สาร โดยแบคทีเรีย ฉะนั้น การขาดแคลนออกซิเจนในลักษณะเช่นนี้จึงรุนแรง ซึ่งอาจทำให้ปริมาณออกซิเจนในบ่อปลาตกต่ำลง จนถึงขั้นไม่เหลืออยู่เลยเป็นเวลาหลายวันติดต่อกันได้

5. การหมุนเวียนของน้ำหรือการผสมกับน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำ น้ำที่มีปริมาณออกซิเจนละลายปนอยู่ต่ำ ได้แก่ น้ำบาดาล น้ำบาดาลมักมีสารประกอบ 2 ชนิดนี้จะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในน้ำ ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และทำให้น้ำสูญเสียปริมาณออกซิเจนที่ละลายปนอยู่ไป ดังนั้น เมื่อเติมน้ำบาดาลลงไปในบ่อปลา จึงทำให้ปริมาณออกซิเจนในบ่อปลาตกลง

น้ำในบ่อปลาส่วนใหญ่ได้รับออกซิเจนจากการสังเคราะห์แสงของแพลงค์ตอนพืช และออกซิเจนถูกใช้ไปเพื่อการหายใจของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการย่อยสลายอินทรีย์สารอยู่ตลอดเวลา ในเวลากลางวันปริมาณออกซิเจนที่เกิดจากกระบวนการสังเคราะห์แสง ผลิตได้เร็วกว่าการใช้ออกซิเจนเพื่อการหายใจและย่อยสลายอินทรีย์สาร ดังนั้น ปริมาณออกซิเจนในน้ำจึงยังคงมีเหลืออยู่ ในเวลากลางคืนน้ำได้รับออกซิเจนจากการที่ออกซิเจนในอากาศละลายปนกับน้ำเท่านั้น ฉะนั้นปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในบ่อปลา จึงลดลงในเวลากลางคืน บ่อปลาที่มีแพลงค์ตอนพืชปริมาณหนาแน่น ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ อาจจะเหลือน้อยหรือไม่มีเลยในช่วงกลางคืน เป็นสาเหตุทำให้ปลาตายได้และการขาดออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะรุนแรงยิ่งขึ้นในคืนลมสงบ น้ำในบ่อปลาที่มีธาตุอาหารสูง แพลงค์ตอนพืชจะเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก และเป็นตัวจำกัดการส่องผ่านของแสงแดด มีผลทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงแตกต่างกันตามระดับความลึกของบ่อปลา ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของปริมาณออกซิเจนในน้ำ เนื่องจากการสังเคราะห์แสงของแพลงค์ตอนพืชจึงมีมากตามบริเวณใกล้ผิวน้ำ ซึ่งอาจมีปริมาณมากกว่าจุดอิมมิดีด้วยออกซิเจน และลดลงตามระดับความลึกของน้ำเพราะว่า การบดบังแสง บ่อปลาที่มีแพลงค์ตอนพืชมาก ปริมาณออกซิเจนซึ่งได้รับการสังเคราะห์แสงที่บริเวณผิวน้ำจะมากกว่าบ่อปลาที่มีแพลงค์ตอนพืชน้อยแต่ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำตามระดับความลึกของน้ำ มีความผันแปรมากกว่าบ่อปลาที่มีปริมาณ

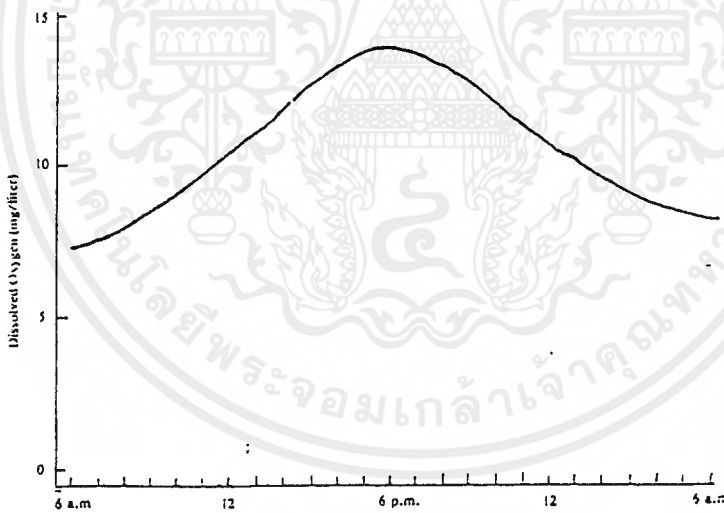
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสงค์ตอนพีชน้อย ปริมาณออกซิเจนในวันที่มีอากาศมีดครึ้ม จะต่ำกว่าในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส เนื่องจากอิทธิพลความเข้มของแสงที่มีต่อการสังเคราะห์แสง ถ้าหากท้องฟ้ามีอากาศมีดครึ้มติดต่อกันหลายวัน ปริมาณออกซิเจนในน้ำจะลดต่ำลงเรื่อย ๆ จนถึงขั้นเป็นอันตรายต่อปลา

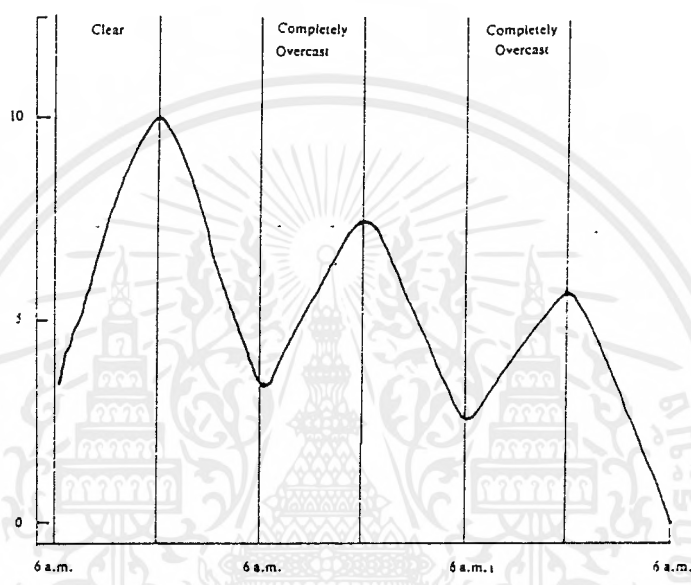
การแก้ไขปัญหาคาขาดแคลนออกซิเจนในบ่อปลาในระยะสั้น กระทำได้โดยใช้เครื่องมือพ่นน้ำให้เป็นฝอยกระจาย เพื่อทำให้ออกซิเจนในอากาศสัมผัสกับผิวน้ำ และละลายปนกับน้ำได้มากขึ้น ส่วนการป้องกันปัญหาคาขาดแคลนออกซิเจนในบ่อปลาในระยะยาวนั้น คือ ต้องควบคุมปริมาณแสงค์ตอนพีช ไม่ให้มีมากเกินไปในบ่อปลา

ภาพที่ 42

แสดงความผันแปรของปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในรอบวัน (Boyd, 1981)



แผนภูมิที่
แสดงความผันแปรปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ
ในช่วงเวลาที่มีอากาศมีครึ้มติดต่อกันหลายวัน (Boyd, 1981)



2.2 การรับอนไดออกไซด์

ในน้ำที่มีระดับความเข้มข้นของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูง ทำให้ประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนออกซิเจนของปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ ลดลง และถ้าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำอยู่ในระดับสูงมาก ๆ ก็อาจทำให้ปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ ไม่สามารถแลกเปลี่ยนออกซิเจนได้ ถึงแม้ว่า ในแหล่งน้ำนั้นจะมีปริมาณออกซิเจนอยู่อย่างเพียงพอ ปลาส่วนใหญ่สามารถรู้สึกต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำได้ดี จึงหลีกเลี่ยงไม่อาศัยอยู่ในน้ำบริเวณที่ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูง คาร์บอนไดออกไซด์มีขีดความสามารถในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละลายน้ำได้สูงกว่าออกซิเจนถึง 200 เท่า ในบรรยากาศโดยปกติมีคาร์บอนไดออกไซด์ประกอบอยู่ประมาณ 0.04% โดยปริมาตร น้ำได้รับคาร์บอนไดออกไซด์จากหลายแหล่งด้วยกัน คือ เริ่มตั้งแต่คาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศละลายปนกับน้ำฝนในขณะฝนตก เมื่อน้ำฝนตกลงสู่พื้นดินแล้ว น้ำฝนจะไหลผ่านอากาศที่ขังอยู่ในโพรงดิน โดยเฉพาะในดินชั้นฮิวมัสมีคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าในบรรยากาศ เนื่องจากได้รับคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจของรากพืช และสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ดังนั้นเมื่อน้ำฝนสัมผัสกับอากาศที่อยู่ในโพรงดิน คาร์บอนไดออกไซด์จึงมีโอกาสสัมผัสกับน้ำและละลายปนกับน้ำได้มากขึ้น นอกจากนี้คาร์บอนไดออกไซด์ที่พบในน้ำยังได้มาจากระบวนการต่าง ๆ อีกหลายอย่าง อาทิเช่น กระบวนการย่อยสลายของอินทรีย์สาร กระบวนการหายใจของพืชและสัตว์ โดยเฉพาะพืชจะให้คาร์บอนไดออกไซด์มากในเวลากลางคืน กระบวนการทางเคมีบางอย่าง

ความสามารถในการละลายปนกับน้ำของคาร์บอนไดออกไซด์ ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ละลายน้ำได้มากขึ้น เมื่ออุณหภูมิของน้ำลดลง คาร์บอนไดออกไซด์ละลายในน้ำได้มากขึ้น เมื่อความดันของบรรยากาศเพิ่มขึ้น และถ้าพื้นที่ผิวน้ำมากขึ้น คาร์บอนไดออกไซด์มีโอกาสดละลายน้ำได้มากขึ้นตามลำดับ ถ้าในน้ำมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าจุดอิ่มตัว คาร์บอนไดออกไซด์ก็จะระเหยจากน้ำขึ้นสู่อากาศ ตามทฤษฎีการถ่ายเทคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างน้ำกับอากาศเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา จนกว่าในน้ำจะมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ถึงจุดอิ่มตัว หรือในน้ำมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับในอากาศ แต่ในทางปฏิบัติมักจะพบว่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำเท่ากับในอากาศ เพราะว่ายู่ในระหว่างการถ่ายเทแลกเปลี่ยนตลอดเวลา

ตารางที่ 9

แสดงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายในน้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

อุณหภูมิ (°ซ.)	ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (มิลลิกรัม/ลิตร)
20	0.56
21	0.54
22	0.52
23	0.51
24	0.50
25	0.48
26	0.46
27	0.45
28	0.44
29	0.43
30	0.42

ที่มา : Boyd (1981)

น้ำในบ่อปลาได้รับคาร์บอนไดออกไซด์จากการที่คาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศละลายปนกับน้ำ จากกระบวนการหายใจของพืชและสัตว์ที่อยู่ในน้ำ และจากการย่อยสลายของอินทรีย์สาร น้ำในบ่อปลาสูญเสียคาร์บอนไดออกไซด์ไปกับกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช การระเหยของคาร์บอนไดออกไซด์จากน้ำขึ้นสู่อากาศ การตกตะกอนของแคลเซียมคาร์บอเนต เป็นต้น ในเวลากลางวันพืชใช้คาร์บอนไดออกไซด์เป็นปริมาณมาก เพื่อการสังเคราะห์แสง ดังนั้นในเวลากลางวันปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่พบในบ่อปลาจึงลดลง และการลดลงของคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำจะเกิดอย่างรวดเร็วในบ่อปลาที่มีแหล่งต้นพืชมาก ส่วนในเวลากลางคืนพืชไม่สังเคราะห์แสง แต่กระบวนการต่าง ๆ ที่เพิ่มคาร์บอนไดออกไซด์ให้แก่น้ำยังคงเกิดขึ้นตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีกทั้งอุณหภูมิลดลงทำให้คาร์บอนไดออกไซด์ละลายน้ำได้มากขึ้น ดังนั้น จึงพบคาร์บอนไดออกไซด์เป็นปริมาณมากในเวลากลางคืน ครั้นพอรุ่งเช้าเริ่มมีการสังเคราะห์แสงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำจะเริ่มลดลงอีก การผันแปรของคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำในรอบวันของบ่อปลาที่มีแพลงค์ตอนพืชมากจะรุนแรงกว่าในบ่อปลาที่มีแพลงค์ตอนพืชน้อย

เมื่อคาร์บอนไดออกไซด์ละลายปนกับน้ำ จะแสดงคุณสมบัติเป็นกรด คาร์บอนไดออกไซด์ปริมาณน้อยกว่า 1% ของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายในน้ำ จะรวมตัวกับน้ำอยู่ในรูปกรดคาร์บอนิก ซึ่งเป็นกรดอ่อน และกรดคาร์บอนิก อาจจะแตกตัวให้ไบคาร์บอเนต และคาร์บอเนตได้

2.3 ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง บอกให้ทราบว่า น้ำหรือสารละลายมีคุณสมบัติเป็นกรดหรือเป็นด่าง การวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ คือ การวัดปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนในน้ำ ระดับความเป็นกรดเป็นด่าง มีค่าอยู่ในระหว่าง 0-14 น้ำที่มีความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 7 แสดงความเป็นกลาง คือ ไม่มีฤทธิ์เป็นกรดหรือเป็นด่าง น้ำที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงกว่า 7 มีฤทธิ์เป็นด่าง ส่วนน้ำที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำกว่า 7 มีฤทธิ์เป็นกรด

ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำในบ่อปลา มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของปลาในด้านต่าง ๆ เช่น ความอยู่รอด การเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ เป็นต้น ปลาที่อยู่ในน้ำซึ่งมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำ จะทำให้เกิดสภาวะเป็นกรดในเลือด ไม่สามารถควบคุมการออกซิโมซิสได้ ร่างกายอ่อนแอติดโรคได้ง่าย เซลล์บุผิวเหงือกถูกทำลาย มิวคัสเซลล์ (Mucous Cell) ขยายใหญ่ขึ้น (Hypertrophy) ปลาที่มีอายุมากอดทนต่อความเป็นกรดของน้ำได้ดีกว่าปลาอายุน้อย

โดยทั่วไป ปลาจะเจริญเติบโตดีที่สุดที่ระดับความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ มีค่าอยู่ระหว่าง 6.5-9 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำเท่ากับ 4 หรือต่ำกว่า และเท่ากับ 11 หรือสูงกว่าเป็นจุดอันตรายที่สามารถทำให้ปลาตายได้ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำอยู่ระหว่าง 4-5 ปลา จะไม่มีการสืบพันธุ์ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำอยู่ระหว่าง 4-6 และ 9-11 ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของปลา ทำให้การเลี้ยงปลามีผลผลิตต่ำ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำในบ่อปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นอยู่กับปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ และสารที่เป็นกรด แพลงค์ตอนพืชและพืชน้ำใช้คาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อการสังเคราะห์แสงในเวลากลางวัน ดังนั้น ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำจึงสูงในเวลากลางวัน และค่อย ๆ ลดลงในเวลากลางคืน เพราะว่าในน้ำมีคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น น้ำที่มีค่าความเป็นด่าง (Alkalinity) ต่ำ และมีปริมาณแพลงค์ตอนพืชมาก จะมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงถึง 9 หรือ 10 ในช่วงตอนบ่าย แต่ถ้าในน้ำมีค่าความเป็นด่างสูง การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างจะมีไม่มาก การวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำในบ่อเพาะเลี้ยงปลา ควรตรวจวัดในตอนเช้ามืดและตอนบ่าย เพื่อหาความแตกต่างระหว่างค่าต่ำสุดและสูงสุดในรอบวัน แหล่งน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของปลาไม่ควรมีการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างเกิน 2 ในรอบวัน ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำในบ่อปลา นอกจากจะขึ้นอยู่กับปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และสารที่เป็นกรดแล้ว ยังขึ้นอยู่กับความเป็นกรดเป็นด่างของดินก้นบ่ออีกด้วย ถ้าดินก้นบ่อมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำ ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำจะต่ำด้วย แต่ถ้าดินก้นบ่อมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูง ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำก็จะสูงด้วย บ่อเลี้ยงปลาที่ดินมีสภาพเป็นกรด จะทำให้น้ำในบ่อมีฤทธิ์เป็นกรดไปด้วย ซึ่งไม่เกิดผลดีต่อการเลี้ยงปลา สามารถปรับปรุงแก้ไขให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงขึ้นได้ โดยการใส่ปูนขาว ปูนขาวจะทำปฏิกิริยากับดินทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มค่าความเป็นกรดและความกระด้าง (Hardness) ของน้ำอีกด้วย

การตรวจวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ ถ้าต้องการทราบค่าอย่างละเอียด สามารถวัดได้โดยใช้เครื่องวัดพีเอช (pH Meter) ส่วนการวัดความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ เพื่อต้องการทราบค่าอย่างหยาบ ๆ สามารถวัดได้โดยใช้กระดาษวัดพีเอช ด้วยการเทียบสีกับมาตรฐาน

2.4 ความเป็นด่าง (Alkalinity)

ความเป็นด่างของน้ำ คือ ความสามารถรับโปรตอน หรือไฮโดรเจนไอออนของน้ำ หรือความสามารถของน้ำที่ทำให้สภาพความเป็นกรดกลายเป็นกลาง ความเป็นด่างของน้ำประกอบด้วย คาร์บอเนตไบคาร์บอเนตและไฮดรอกไซด์เป็นส่วนใหญ่ อาจมีพวkbอเรต (Borates) ซิลิเกต

(Silicates) ฟอสเฟต และสารอินทรีย์ต่าง ๆ ปนอยู่บ้างเป็นจำนวนน้อย ค่าความเป็นด่างของน้ำในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แหล่งน้ำธรรมชาติ พบตั้งแต่ห้าไปจนถึงหลายร้อยมิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนใหญ่ค่าความเป็นด่างของน้ำในพื้นที่แห้งแล้งจะมีค่าสูง ความเป็นด่างไม่เป็นพิษแต่มีผลเกี่ยวเนื่องกับคุณสมบัติอื่น ๆ ของน้ำ เช่น ความเป็นกรดเป็นด่าง ความกระด้าง เป็นต้น ความเป็นด่างของน้ำช่วยควบคุมไม่ให้แหล่งน้ำมีการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างอย่างรวดเร็ว น้ำที่มีค่าความเป็นด่างต่ำจะเป็นน้ำอ่อนและมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำ ซึ่งทำให้แหล่งน้ำมีผลผลิตต่ำ น้ำที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำกว่า 4.5 จะไม่พบค่าความเป็นด่าง น้ำที่มีค่าความเป็นด่างสูง และมีค่าความกระด้างต่ำ ในช่วงเวลาที่มีการสังเคราะห์แสงค่าความเป็นกรดเป็นด่างจะสูงขึ้นมากอย่างรวดเร็ว

2.5 ความกระด้าง (Hardness)

ความกระด้างของน้ำ โดยทั่วไปหมายถึง ปริมาณของเกลือแคลเซียม และแมกนีเซียมที่ละลายอยู่ในน้ำ ในรูปของคาร์บอเนต ไบคาร์บอเนต คลอไรด์ และซัลเฟต ซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของคาร์บอเนต และไบคาร์บอเนต ในแหล่งน้ำจืด ปริมาณแคลเซียมมีมากกว่าแมกนีเซียมเสมอ โดยปกติค่าความเป็นด่างและค่าความกระด้างของน้ำ จะมีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน เนื่องจากไอออนของแคลเซียม แมกนีเซียม ไบคาร์บอเนต และคาร์บอเนตในน้ำมีปริมาณใกล้เคียงกัน แต่ในบางครั้งพบว่าค่าความเป็นด่างสูงกว่าค่าความกระด้างมาก

ความกระด้างของน้ำ แบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. ความกระด้างชั่วคราว เกิดจากเกลือแคลเซียมไบคาร์บอเนต หรือแมกนีเซียมไบคาร์บอเนต ละลายปนอยู่ในน้ำ เมื่อถูกความร้อน เกลือที่ละลายอยู่ในน้ำจะตกตะกอนกลายเป็นหินปูน ทำให้ความกระด้างของน้ำหายไป
2. ความกระด้างถาวร เกิดจากเกลือแคลเซียมคลอไรด์ แมกนีเซียมคลอไรด์ แคลเซียมซัลเฟต แมกนีเซียมซัลเฟต แคลเซียมคาร์บอเนต หรือแมกนีเซียมคาร์บอเนต ละลายปนอยู่ในน้ำ เมื่อถูกความร้อน ความกระด้างของน้ำจะไม่หายไป

ความกระด้างของน้ำช่วยลดความเป็นพิษของสารพิษหลายชนิดได้ โดยเฉพาะพวก โลหะหนัก เช่น ปรอท ตะกั่ว แคดเมียม ฯลฯ น้ำที่มีความกระด้างปานกลาง หรือสูงมีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ น้ำในบ่อปลาที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลา ควรมีค่าความเป็นด่างและค่าความกระด้างใกล้เคียงกัน ความกระด้างของน้ำสามารถเพิ่มได้โดยใส่ปูนขาว

2.6 แอมโมเนีย

ในบ่อเลี้ยงปลาที่มีการให้อาหารประเภทเนื้อสัตว์ หรืออาหารที่มีโปรตีนสูง อาหารที่เหลือและของเสียที่ปลาขับถ่ายออกมา จะมีสารโปรตีน หรือสารอินทรีย์ในโตรเจนที่ยังย่อยไม่หมด สารเหล่านี้จะถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรีย และเชื้อราบางชนิดให้เป็นแอมโมเนีย นอกจากนี้ แอมโมเนียในบ่อปลายังได้จากกระบวนการย่อยสลายซากพืชและซากสัตว์ โดยแบคทีเรียและเชื้อราอีกด้วย โดยเฉพาะเมื่อแพลงก์ตอนพืชตายเป็นจำนวนมาก จะทำให้ปริมาณแอมโมเนียในน้ำสูงขึ้น แอมโมเนียในน้ำมีอยู่ 2 รูปคือ อีออนไนซ์แอมโมเนีย (Ionized Ammonia, NH_4^+) ซึ่งไม่เป็นพิษต่อปลา และอันอีออนไนซ์แอมโมเนีย (Unionized Ammonia, NH_3) ซึ่งเป็นพิษต่อปลา แอมโมเนียจะอยู่ในรูปอันอีออนไนซ์มากกว่ารูปอีออนไนซ์ เมื่อน้ำมีความเป็นกรดเป็นด่างและอุณหภูมิสูง ความเป็นพิษของอันอีออนไนซ์แอมโมเนียเพิ่มมากขึ้นเมื่อปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำ และพิษของอันอีออนไนซ์แอมโมเนียลดลง ถ้าในน้ำมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูง เพราะคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำลดลง

แอมโมเนียเป็นสาเหตุทำให้ปลาเกิดอาการระคายเคือง โดยเฉพาะบริเวณเหงือก ซึ่งเหงือกจะเพิ่มจำนวนเซลล์มากขึ้น (Hyperplasia) และเชื่อมติดกัน ทำให้ปลาไม่สามารถแลกเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนกับน้ำได้เต็มที่ (Burrow, 1964) ปริมาณแอมโมเนียในน้ำที่เพิ่มขึ้น จะทำให้ความเข้มข้นของออกซิเจนในเลือดปลาลดลง ถ้าในน้ำมีปริมาณแอมโมเนียในน้ำที่เพิ่มขึ้น จะทำให้ความเข้มข้นของออกซิเจนในเลือดปลาลดลง ถ้าในน้ำมีปริมาณแอมโมเนียสูงถึง 1 มิลลิกรัม/ลิตร จะทำให้ปริมาณออกซิเจนในเลือดลดลงอย่างรวดเร็วเหลือเพียง 1 ใน 7 ส่วนของสภาวะปกติ ทั้งนี้ เนื่องจากแอมโมเนียมีผลกระทบต่อการทำงานของออกซิเจนในเลือด โดยทำให้ฮีโมโกลบินของเลือดสูญเสียความสามารถในการรวมตัวกับออกซิเจน และมีผลทำให้เลือดไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ได้อีกด้วย ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ จะเพิ่มปริมาณขึ้น 15% ของสภาวะปกติ อันไอออนไนซ์แอมโมเนียที่ระดับความเข้มข้น 0.12 มิลลิกรัม/ลิตร ทำให้การเจริญเติบโตของปลา Channel Catfish ลดลง ซึ่งเป็นผลการหยุดชะงักของกระบวนการเมตาโบลิซึม เนื่องจากการขาดสมดุลของของเหลวในร่างกาย และขาดออกซิเจนเพราะว่าเหงือกถูกทำลาย และปลาต้องสูญเสียพลังงานเพื่อใช้ในการกำจัดพิษออกจากร่างกายอีกด้วย (Robinette, 1976; Colt และ Tchobanoglous, 1978) และจากการทดลองของธีระพงศ์ (2528) พบว่า การเลี้ยงปลาอุกด้านในสภาพที่ไม่มีการเติมออกซิเจนในน้ำที่มีระดับความเข้มข้นของแอมโมเนีย 1.75 และ 3.50 มิลลิกรัม/ลิตร อัตราการเจริญเติบโตของปลาอุกด้านต่ำกว่าที่ระดับความเข้มข้นของแอมโมเนีย 0.75 มิลลิกรัม/ลิตร ในระยะเวลา 3 สัปดาห์แรก

ความเป็นพิษของแอมโมเนียในบ่อเลี้ยงปลา สามารถลดได้โดยใช้เกลือแกง (NaCl) ในอัตราประมาณ 200-250 กิโลกรัม/ไร่ ทุก ๆ 1-2 อาทิตย์

2.7 ไฮโดรเจนซัลไฟด์

ในสภาพที่ในน้ำไม่มีออกซิเจนแบคทีเรียจะย่อยสลายอินทรีย์สารในน้ำ โดยดึงเอาออกซิเจนจากสารประกอบพวกซัลเฟตไปใช้ทำให้เกิดซัลไฟด์ (S^{2-}) และไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S)

ไฮโดรเจนซัลไฟด์ หรือที่เรียกว่า ก๊าซไข่เน่า มีอยู่ 2 รูปคือ อันไอออนไนซ์ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (F_2S) และไอออนไนซ์ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (SH_2S) ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำสูงกว่า 8 ไฮโดรเจนซัลไฟด์ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปไอออนไนซ์ แต่ถ้าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำกว่า 8 ไฮโดรเจนซัลไฟด์ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของอันไอออนไนซ์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ในรูปอันไอออนไนซ์เป็นพิษต่อปลา ระดับความเป็นพิษของอันไอออนไนซ์ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ขึ้นอยู่กับชนิดของปลา อันไอออนไนซ์ไฮโดรเจนซัลไฟด์ มีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตของปลาลดลง และอัตราการลดลง ในบ่อเพาะเลี้ยงปลาไม่ควรมีไฮโดรเจนซัลไฟด์ในรูปของอันไอออนไนซ์เกินกว่า 0.002 มิลลิกรัม/ลิตร ตามพื้นก้นบ่อปลามักเกิดการขาดออกซิเจนที่ละลายในน้ำได้ง่าย เพราะฉะนั้นปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์จะมีมากตามก้นบ่อปลา เนื่องจากอาหารที่เหลือและของเสียที่ปลาขับถ่ายออกมาตกลงสู่พื้นก้นบ่อ แบคทีเรียจะย่อยสลายอินทรีย์เหล่านั้น ทำให้เกิดไฮโดรเจนซัลไฟด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำที่มีไฮโดรเจนซัลไฟด์จะมีสีคล้ำ และมีกลิ่นเหม็น นอกจากนี้ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ยังสามารถทำให้เกิดความเป็นกรดในดิน และน้ำบริเวณพื้นก้นบ่อได้อีกด้วย เนื่องจากไฮโดรเจนซัลไฟด์ทำปฏิกิริยากับแร่เหล็ก ซึ่งมีอยู่มากในดิน เกิดเป็นเหล็กซัลไฟด์ (FeS) และเหล็กซัลไฟด์ทำปฏิกิริยากับกำมะถันในดิน กลายเป็นเหล็กไดซัลไฟด์ (FeS_2) หรือแร่ไพไรต์ ดินที่มีไพไรต์ประกอบอยู่ด้วย ถ้าจมอยู่ใต้น้ำจะไม่มีปัญหาในเรื่องความเป็นกรด เพราะว่าสลายตัวช้ามาก แต่ถ้ามีโอกาสได้รับออกซิเจนอย่างเพียงพอ ก็จะทำปฏิกิริยาเกิดเป็นกรดได้ บ่อเลี้ยงปลาที่มีดินโคลนก้นบ่อเป็นสีคล้ำ แสดงว่าสภาพพื้นบ่อไม่เหมาะสม ควรปรับปรุงแก้ไขโดยลดปริมาณอาหารที่ให้อาปลา หรือใส่ปูนขาวประมาณ 30 มิลลิกรัม/ลิตร หรือเติมเกลือแกง 250 มิลลิกรัม/ลิตร ลงในบ่อเป็นระยะ ๆ ก่อนการเลี้ยงปลาครั้งต่อไป ควรตากบ่อให้แห้ง และใส่ปูนขาวให้ทั่วบ่อ เพื่อลดสารประกอบพวกซัลไฟด์ให้น้อยลงหรือหมดไป

3. คุณสมบัติทางชีววิทยาของน้ำ

3.1 แพลงค์ตอนพืชและแพลงค์ตอนสัตว์

แพลงค์ตอนพืชและแพลงค์ตอนสัตว์ เป็นอาหารธรรมชาติที่มีอยู่ในบ่อปลา ซึ่งเป็นอาหารของปลากินแพลงค์ตอน และลูกปลานขนาดเล็ก บ่อปลาที่มีการเลี้ยงปลาแบบใส่ปุ๋ย หรือให้อาหารเป็นประจำ จะมีแพลงค์ตอนพืชและแพลงค์ตอนสัตว์เกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก เพราะว่ามีธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์ โดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อนแพลงค์ตอนพืชในบ่อปลาจะเกิดมากขึ้น เนื่องจากมีแสงแดดจัด และปริมาณน้ำในบ่อปลาลดน้อยลง เพราะว่ายอยู่ในสถานะแห้งแล้ง แสงแดดส่องผ่านพื้นน้ำได้อย่างทั่วถึง การสังเคราะห์แสงมีมากขึ้น แพลงค์ตอนพืชจึงขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว ปริมาณแพลงค์ตอนพืชและแพลงค์ตอนสัตว์ เป็นปัจจัยหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการขาดแคลนปริมาณออกซิเจนในบ่อปลา ซึ่งอาจถึงขั้นทำให้ปลาตายได้

3.2 แบคทีเรีย

จากการศึกษาพบว่า แบคทีเรียในน้ำจืดหลายชนิดเป็นสาเหตุสำคัญ ที่ทำให้ปลาน้ำจืดเกิดโรค แบคทีเรียดังกล่าว ได้แก่ *Aeromonas Hydrophila*, *Edwardsiella Tarda*, *Pasteurella* sp., *Flexibacter Columnaris*, *Pseudomonas Fluorescens* และ *Pseudomonas* sp. เป็นต้น

3.8 รา

เชื้อราในน้ำจืดเจริญรวดเร็วในน้ำที่มีอินทรียสารมาก เชื้อราที่เป็นสาเหตุทำให้ปลาเกิดโรคอยู่ในสกุล *Saprolegnia* และ *Achlya*

การเติมอากาศให้บ่อปลาด้วยเครื่องมือกล

(มันสิน ตันทุพลเวศน์ และ ไพพรรณ พรประภา 2538 : หน้า 249-280)

ออกซิเจนละลายน้ำจะเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด ในการกำหนดผลผลิตในบ่อปลาที่เลี้ยงอย่างหนาแน่น จลนศาสตร์ของออกซิเจนละลายน้ำขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช ซึ่งถูกกำหนดอีกต่อหนึ่ง โดยอัตราการให้อาหารแก่บ่อปลา การเพิ่มอัตราให้อาหารแก่ปลาช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับแพลงก์ตอน และในขณะเดียวกันเป็นการเพิ่มปัญหาการขาดแคลนออกซิเจนให้เกิดบ่อยและรุนแรงมากขึ้น ความหนาแน่นของปลาในบ่อ จึงถูกจำกัดด้วยปริมาณอาหารปลาที่จะไม่ทำให้ออกซิเจนในน้ำลดลงจนปลาเป็นอันตรายได้

การเติมอากาศให้กับบ่อปลาด้วยเครื่องมือกล ช่วยทำให้ออกซิเจนละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น จึงเป็นผลดีต่อบ่อปลาที่เลี้ยงอยู่ในบ่อนั้น ประโยชน์ของการเติมอากาศมีดังนี้

- ช่วยให้ปลารอดตายในขณะที่มีออกซิเจนเหลือน้อยเกินไปในบ่อ (มักเป็นการเติมอากาศอย่างฉุกเฉิน)

- ช่วยป้องกันการแบ่งชั้นน้ำตามความเข้มข้นของออกซิเจน (OXYGEN STRATIFICATION) และตามอุณหภูมิของน้ำ (THERMAL STRATIFICATION) ถ้ามีการแบ่งชั้นน้ำดังกล่าว การขาดแคลนออกซิเจนมีโอกาสเกิดได้มาก

- ช่วยเติมออกซิเจนให้กับน้ำบาดาล (น้ำใต้ดิน) ที่ใช้เลี้ยงปลา

- การเติมอากาศอย่างต่อเนื่องหรือเป็นครั้งคราว ช่วยเพิ่มผลผลิตให้กับบ่อปลา

1. หลักการเติมอากาศ

การถ่ายเทออกซิเจนจากอากาศให้กับน้ำเกิดขึ้นได้ 2 วิธี ดังแสดงในภาพที่ 43

ออกซิเจนอาจถ่ายเทจากอากาศ ให้กับหยดน้ำขนาดเล็กที่เกิดจากการตีน้ำของเครื่องเติมอากาศ (แ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรเตอร์) หรือออกซิเจนอาจถ่ายเทจากฟองอากาศให้กับน้ำที่ห่อหุ้ม ภาพที่ 44 เป็นการเติมอากาศแบบแรก ซึ่งใช้เครื่องเติมอากาศแบบผิวน้ำเป็นเครื่องให้ออกซิเจนกับน้ำ ส่วนภาพที่ 44 เป็นการเติมอากาศแบบที่สองด้วยการเป่าลมให้เป็นฟองอากาศลงไปใต้น้ำ ซึ่งคล้ายกับการเติมออกซิเจนผ่านหัวลูกฟู่ให้กับค้ำปลาสวยงาม

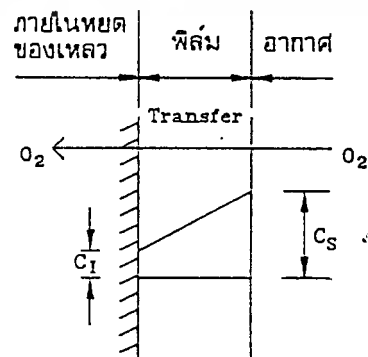
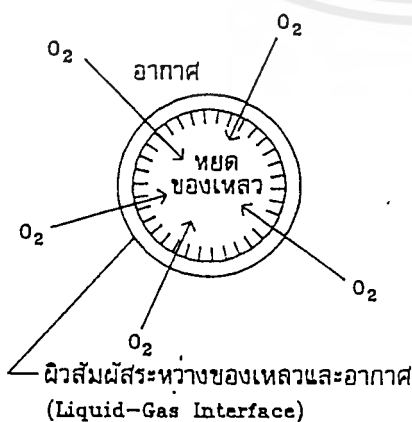
การเติมอากาศหรือออกซิเจนให้กับน้ำทั้งสองวิธีล้วนขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

- ขนาดของหยดน้ำ
- ขนาดของฟองอากาศ
- ปริมาณความเข้มข้นของออกซิเจนในอากาศ (PARTIAL PRESSURE OF OXYGEN)
- เวลาสัมผัสระหว่างน้ำและอากาศ
- แรงสนับสนุนให้เกิดการถ่ายเทออกซิเจน (ผลต่างระหว่างออกซิเจนอิ่มตัว) และออกซิเจนละลายน้ำที่มีอยู่ในขณะทำการเติมอากาศ)

เนื่องจากการถ่ายเทออกซิเจนเกิดขึ้นผ่านผิวสัมผัสระหว่างน้ำและอากาศ การทำให้หยดน้ำหรือฟองอากาศมีขนาดเล็ก จึงช่วยให้มีการถ่ายเทออกซิเจนได้ดี เนื่องจากการเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างน้ำและอากาศ

ภาพที่ 43

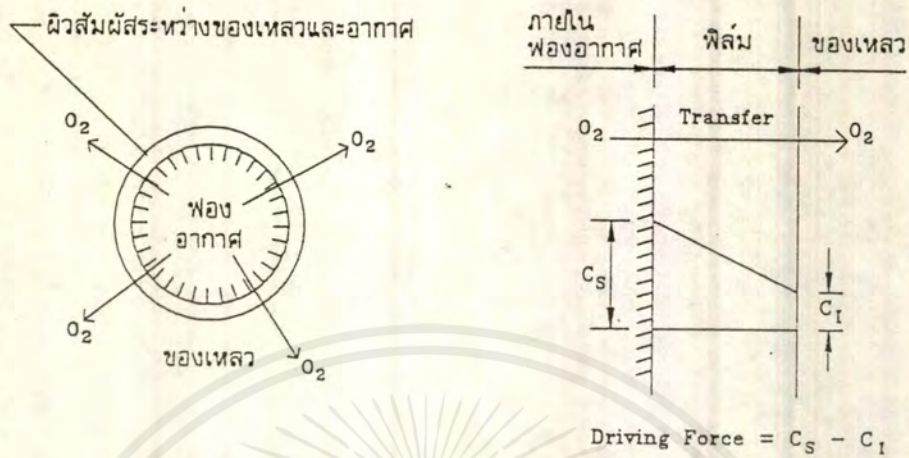
แสดงหลักการถ่ายเทออกซิเจนระหว่างน้ำและอากาศ



กรณีที่ 1 หยดของเหลวที่กระเด็นขึ้นบนอากาศ

$$\text{Driving Force} = C_S - C_I$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



C_s = ปริมาณออกซิเจนอิ่มตัวในของเหลว

C_l = ปริมาณออกซิเจนที่มีอยู่ในของเหลว

ภาพที่ 44

แสดงการเติมออกซิเจนจากอากาศให้กับหยดน้ำขนาดเล็ก
ที่เกิดจากการสูบน้ำให้พ่นขึ้นในอากาศด้วยเครื่องเติมอากาศแบบผิวน้ำ

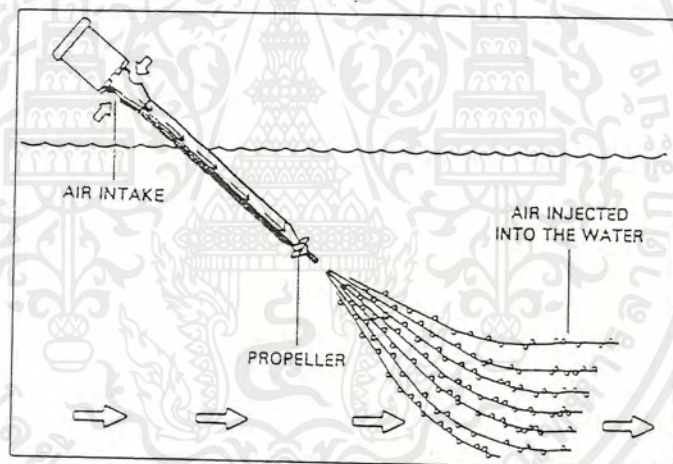


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเพิ่ม PARTIAL PRESSURE ของออกซิเจนในอากาศ ทำให้ออกซิเจนสามารถละลายน้ำได้มากขึ้น (ตามกฎของเฮนรี) เป็นผลทำให้มีแรงผลักดันการถ่ายเทออกซิเจนเพิ่มขึ้น ยิ่งมีความเข้มข้นออกซิเจนละลายน้ำต่ำ แรงสนับสนุนการถ่ายเทออกซิเจนก็ยิ่งมากทำให้การเติมออกซิเจนเกิดในอัตราสูง นั่นคือ น้ำที่ขาดแคลนออกซิเจน จะรับการถ่ายเทออกซิเจนได้เร็ว ในทางตรงกันข้ามน้ำที่มีออกซิเจนอิ่มตัว จะไม่รับออกซิเจนจากอากาศเลย

ภาพที่ 45

แสดงการเติมออกซิเจนในน้ำโดยการฉีดอากาศให้เป็นฟองลงไปในน้ำ
(อุปกรณ์แบบนี้ผู้ผลิต เรียกว่า AIR GUN)



2. ประเภทของเครื่องเติมอากาศที่ใช้กับบ่อเลี้ยงปลา

เครื่องเติมอากาศอาจจำแนกได้หลายแบบ ในที่นี้จะจำแนกเครื่องเติมอากาศที่ใช้ในบ่อเลี้ยงปลาออกเป็น 3 ประเภท คือ

- เครื่องเติมอากาศแบบแรงโน้มถ่วง
- เครื่องเติมอากาศแบบผิวน้ำ (SURFACE AERATOR)

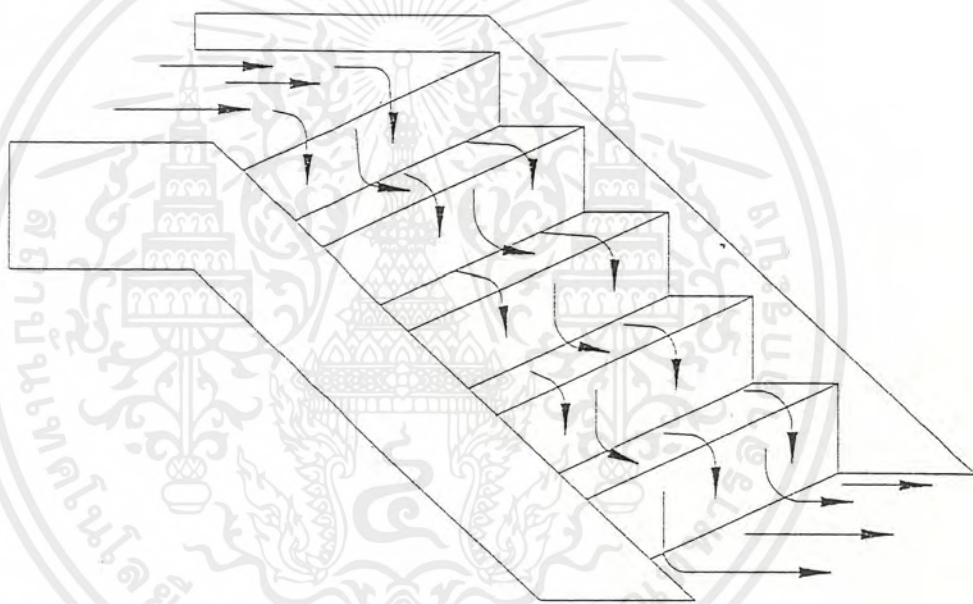
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เครื่องเติมอากาศแบบให้ฟองอากาศ (DIFFUSER)

เครื่องเติมอากาศแบบแรงโน้มถ่วง อาศัยหลักการเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างน้ำและอากาศ โดยปล่อยให้ น้ำไหลผ่านชั้นบันไดจากสูงลงต่ำ (ดูภาพที่ 45) น้ำไหลลงมาตามชั้นบันไดเป็นแผ่นบางและมีการแตกฟองขึ้น ทำให้มีการถ่ายเทออกซิเจนเกิดขึ้น

ภาพที่ 46

การเติมอากาศแบบแรงโน้มถ่วง

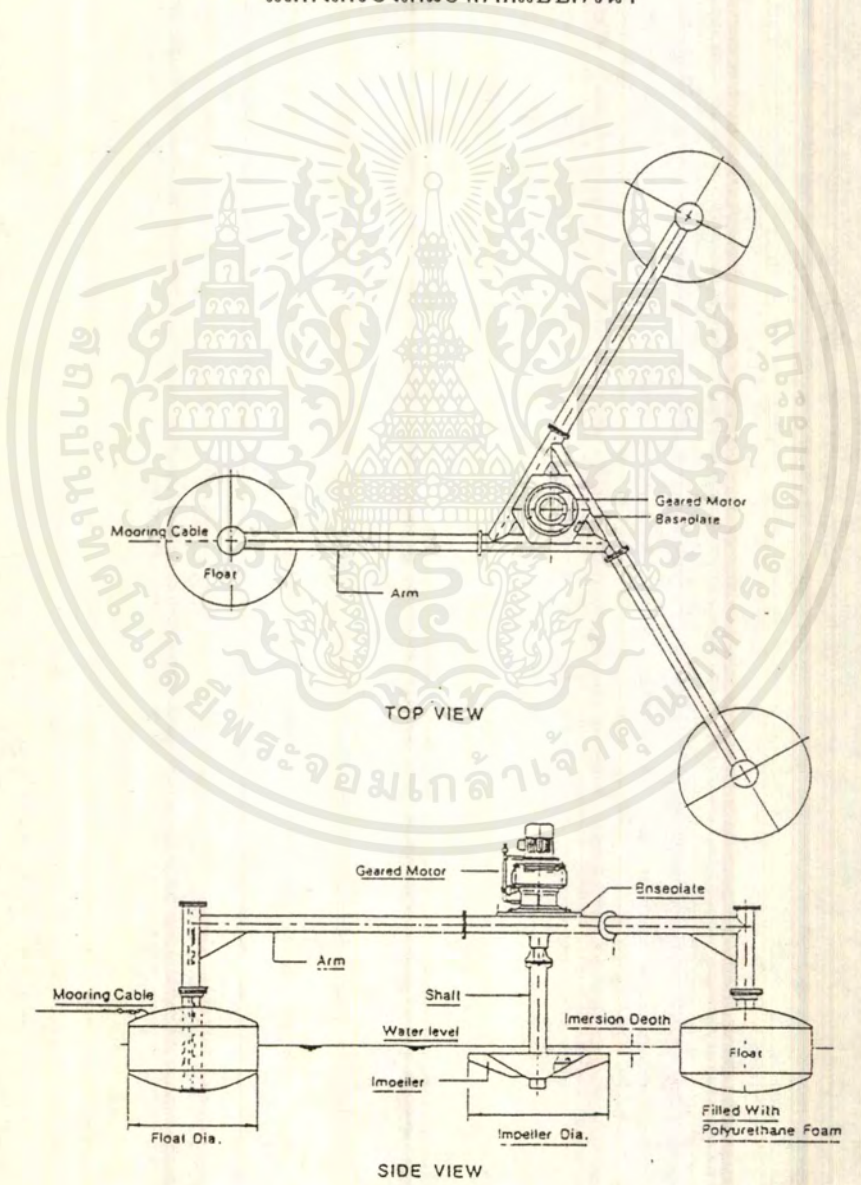


SURFACE AERATOR เป็นเครื่องเติมอากาศประเภทที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของผิวน้ำโดยใช้ใบพัดกวนน้ำหรือสูบน้ำให้กระจายขึ้นข้างบน ดังแสดงในภาพที่ 47 ถึง 49 เครื่องเติมอากาศแบบนี้นิยมใช้ในระบบบำบัดน้ำเสีย

เครื่องเติมอากาศแบบให้ฟองอากาศเป็นการเป่าฟองอากาศขนาดเล็กลงไปใต้น้ำ ฟองอากาศจะให้ออกซิเจนกับน้ำ การเติมอากาศให้กับตู้ปลาสวยงามโดยใช้เครื่องเป่าลมและหัวลูก ฟู่ เป็นตัวอย่างของเครื่องเติมอากาศแบบฟองอากาศ ภาพที่ 50 ถึง 54 เป็นตัวอย่างของอุปกรณ์ที่ให้ ฟองอากาศแบบต่าง ๆ

ภาพที่ 47

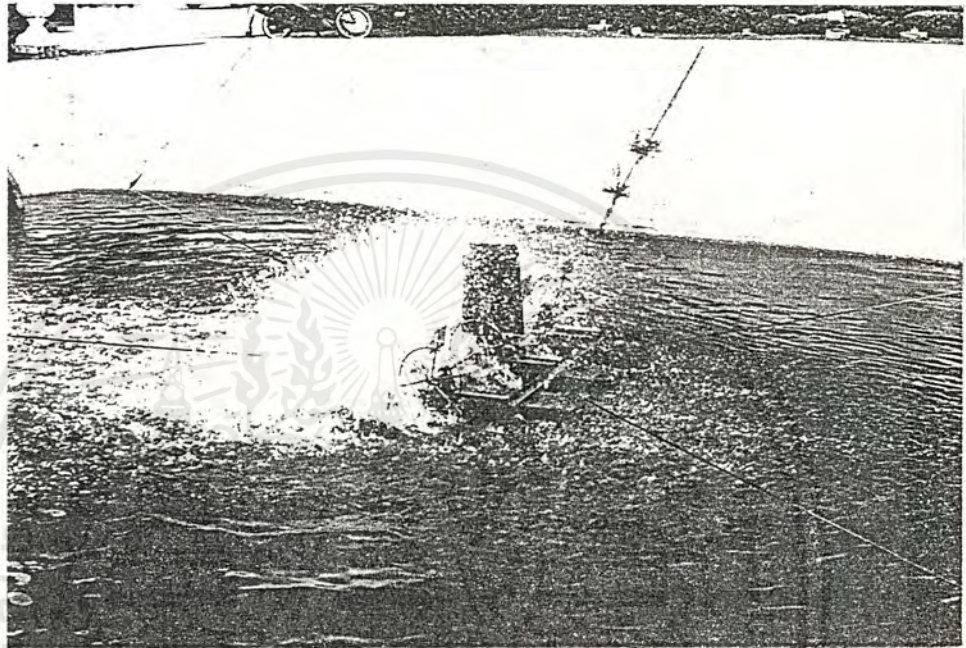
แสดงเครื่องเติมอากาศแบบผิวน้ำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 48

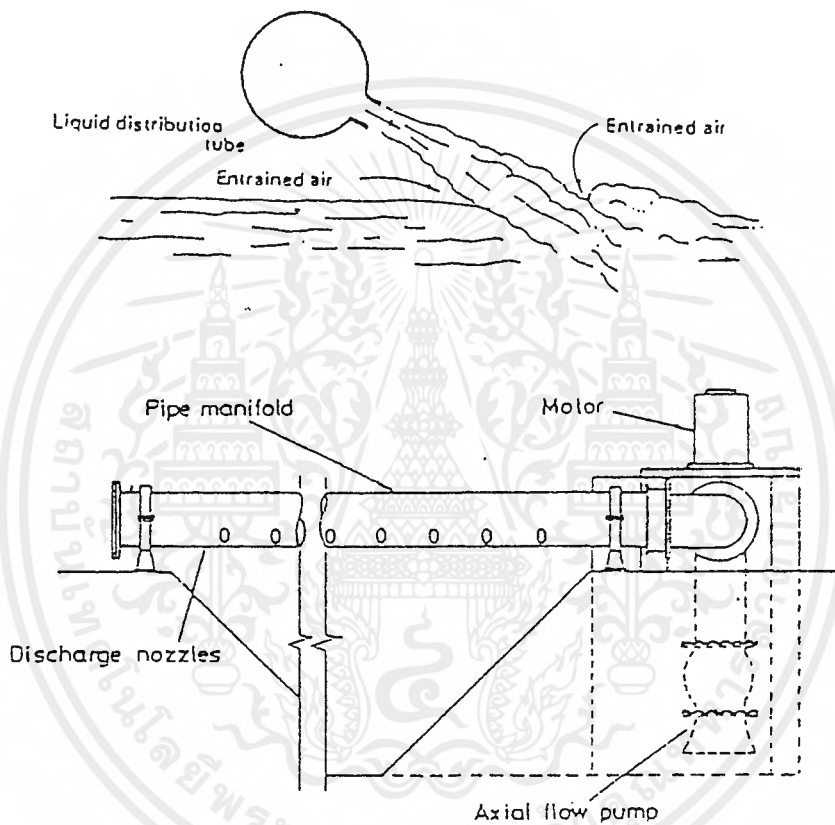
แสดงเครื่องเติมอากาศแบบกังหันตื้นน้ำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

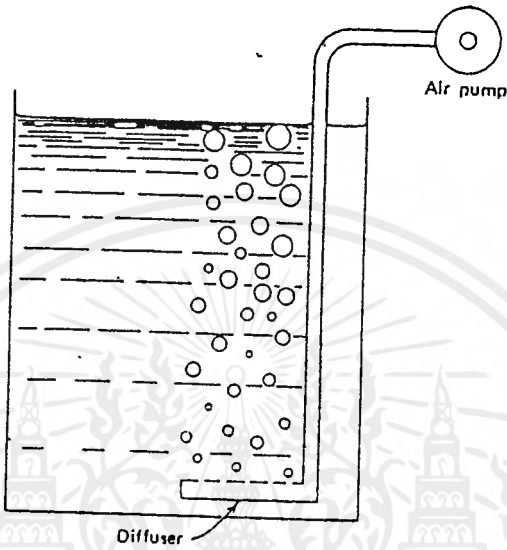
ภาพที่ 49

แสดงการสูบน้ำจากบ่อเลี้ยงปลา และฉีดเป็นสายน้ำที่มีแรงดันลงบนผิวน้ำ
ก็ถือเป็นการเติมอากาศ เช่นเดียวกันกับ SURFACE AREATOR



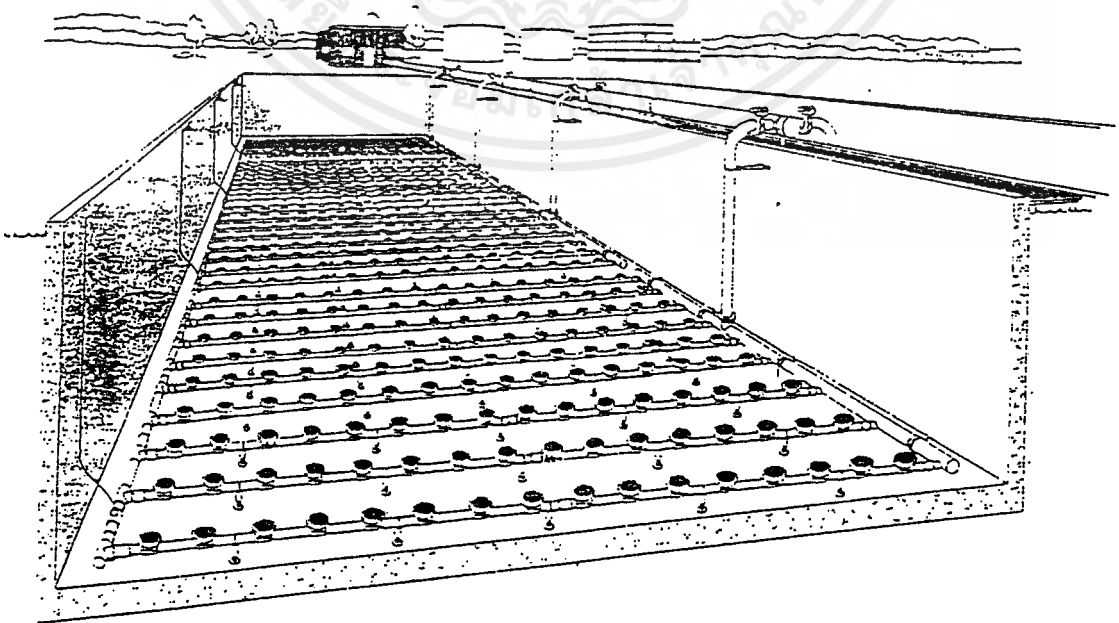
ภาพที่ 50

แสดงระบบให้ออกซิเจนแบบฟองอากาศ
ที่ประกอบด้วยเครื่องเป่าลมและหัวจ่ายลม (DIFFUSER)



ภาพที่ 51

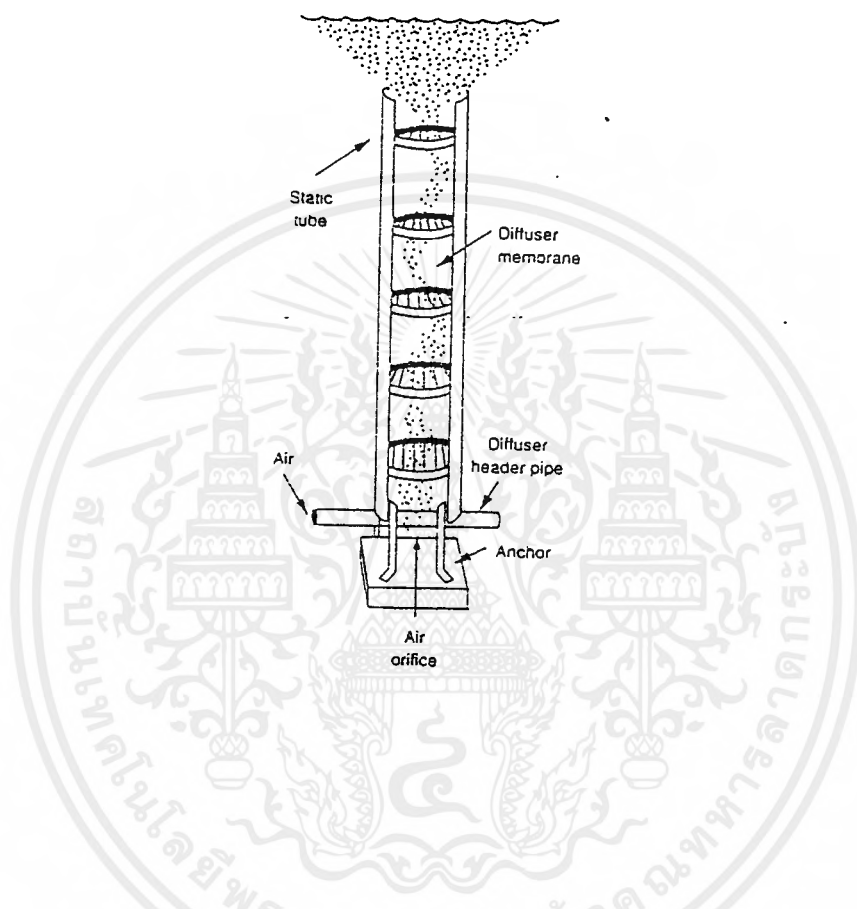
แสดงการติดตั้งระบบเติมออกซิเจน แบบฟองอากาศ ในภาพจะเห็นหัวจ่ายลมจำนวนมาก
ที่กันถึง เครื่องเป่าลม (BLOWER) จะส่งจ่ายลมมาตามท่อที่เห็นด้านขวา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

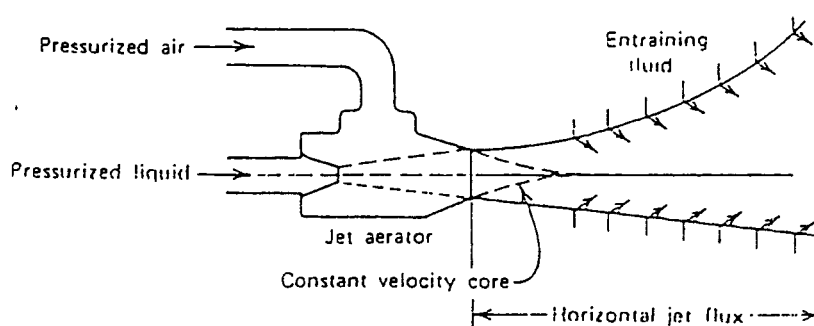
ภาพที่ 52

แสดงเครื่องเติมอากาศที่ให้ฟองอากาศขนาดใหญ่ แบบที่เรียกว่า HELICAL AREATOR



ภาพที่ 53

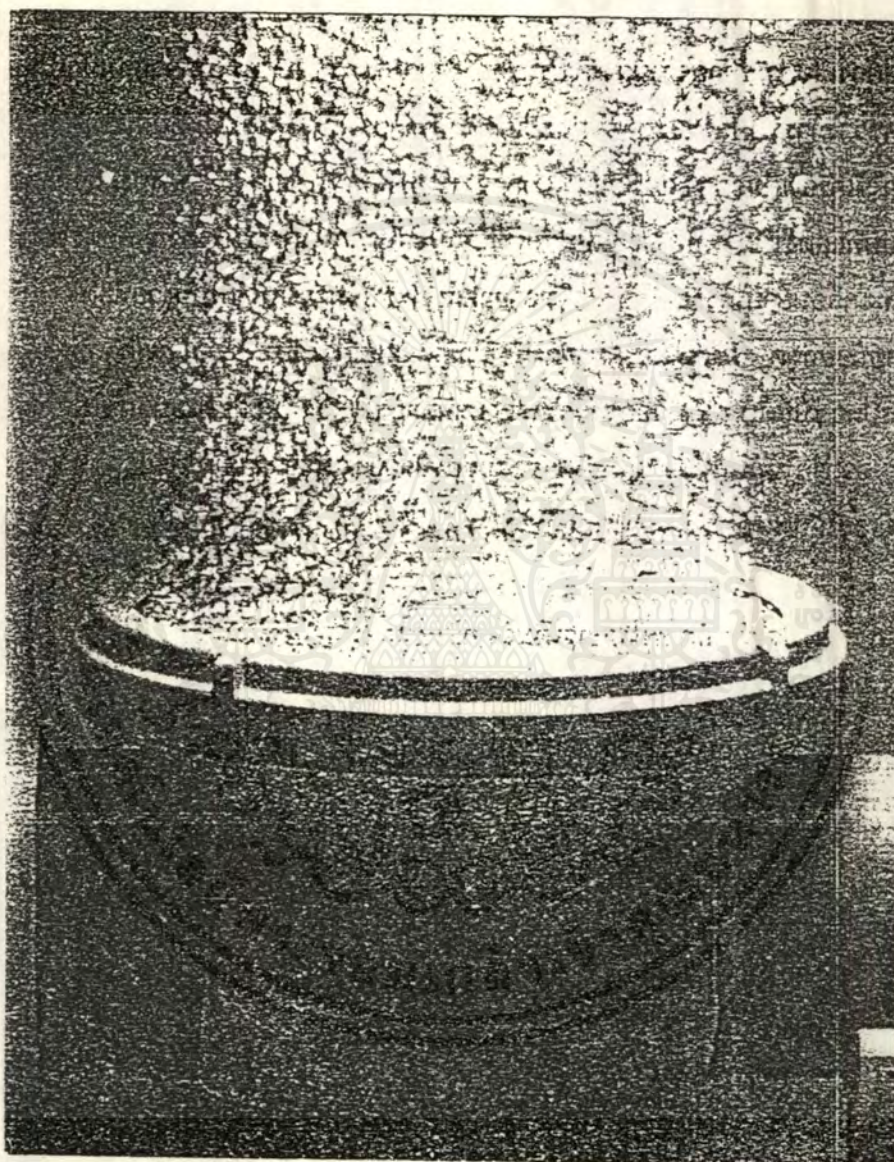
แสดงเครื่องเติมอากาศแบบ VENTURI EJECTOR



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 54

แสดงอุปกรณ์ให้ออกซิเจนแบบฟองอากาศ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในทางปฏิบัติ

การเติมอากาศให้กับบ่อเลี้ยงปลาต้องคำนึงถึงความสะดวกและความสะดวกในการทำงาน (เช่น จับปลา) เครื่องเติมอากาศแบบฟองอากาศสามารถทำงานได้ดี แต่ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงในการติดตั้งระบบจ่ายลม ประกอบกับระบบจ่ายลมมักเป็นอุปสรรคกีดขวางการจับปลาและอาจมีปัญหาอุดตันหัวจ่ายลมเกิดขึ้น จึงไม่เป็นที่นิยม บ่อเลี้ยงปลามักใช้เครื่องเติมอากาศแบบผิวน้ำมากกว่าระบบให้ฟองอากาศ เครื่องตีผิวน้ำด้วยกังหันแบบที่แสดงในภาพที่ 48 เป็นแบบที่นิยมใช้กันมาก เพราะมีราคาถูกติดตั้งใช้งานได้ง่าย และเคลื่อนย้ายได้ง่าย การเติมอากาศแบบแรงโน้มถ่วงเป็นแบบที่ง่ายที่สุด เสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด และเหมาะสมในกรณีที่มีน้ำมีแรงดันอยู่แล้ว เช่น น้ำบาดาลที่สูบขึ้นมาเติมบ่อปลา เป็นต้น การปล่อยให้น้ำไหลลงมาจากท่อโดยใช้ฝายพื้นเอียงแบบขั้นบันได จะเป็นการเติมอากาศให้กับน้ำได้โดยไม่ยุ่งยาก ผู้เลี้ยงปลาอาจเติมอากาศโดยใช้วิธีสูบน้ำผ่านท่อแนวตั้งและให้กระจายตกลงมาในบ่อก็ได้

8. วิธีวัดประสิทธิภาพในการเติมออกซิเจน

วิธีวัดประสิทธิภาพในการเติมออกซิเจนของเครื่องเติมออกซิเจน อาศัยทฤษฎีการถ่ายเทก๊าซต่าง ๆ ให้กับน้ำ โดยวิธีแพร่กระจาย (DIFFUSION)

อัตราเร็วของการเติมออกซิเจนให้กับน้ำ อาจแสดงได้ด้วยสมการดังนี้

$$\frac{dC}{dt} = K_L a (C_s - C_t) \quad - (8.1)$$

โดยที่ $\frac{dC}{dt}$ = อัตราเร็วของการเติมออกซิเจนให้กับน้ำ

$K_L a$ = สัมประสิทธิ์รวมของการเติมออกซิเจน ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องเติมออกซิเจน อุณหภูมิ และอื่น ๆ

C_s = ออกซิเจนอิ่มตัวในน้ำ, มก./ล.

C_t = ออกซิเจนละลายน้ำที่เวลา = t , มก./ล.

เมื่ออินทิเกรตสมการที่ (8.1) จะได้ดังนี้

$$2.3 \log \frac{C_s - C_1}{C_s - C_2} = (t_2 - t_1) K_L a \quad - (8.2)$$

เมื่อ C_1, C_2 = ออกซิเจนละลายน้ำที่เวลา t_1 และ t_2 ตามลำดับ

สมการ (8.2) ใช้ในการคำนวณหาค่า $K_L a$ ซึ่งเป็นค่าจำเพาะของเครื่องเติมอากาศ เมื่อวัดค่าออกซิเจนละลายน้ำ (C_t) ที่เวลาต่าง ๆ และคำนวณค่า $C_s - C_t$ ที่เวลา t ต่าง ๆ พล็อตกราฟ SEMI-LOG ระหว่าง $C_s - C_t$ บนแกน log และ t บนแกนธรรมดา จะได้กราฟเส้นตรงที่มีค่าความชันเท่า $K_L a$ (ดูภาพที่ 55)

โดยปกติการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องแอโรเตอร์ จะกระทำในน้ำสะอาดที่มีอุณหภูมิ 20°ซ และเริ่มต้นจากน้ำที่ไม่มีออกซิเจนละลายอยู่เลย ($C_t = 0$) ค่า $K_L a$ ที่วัดได้จึงใช้สำหรับอุณหภูมิ 20°ซ

ปริมาณออกซิเจนทั้งหมด (OC) ที่ได้จากเครื่องแอโรเตอร์ สามารถคำนวณได้ดังนี้

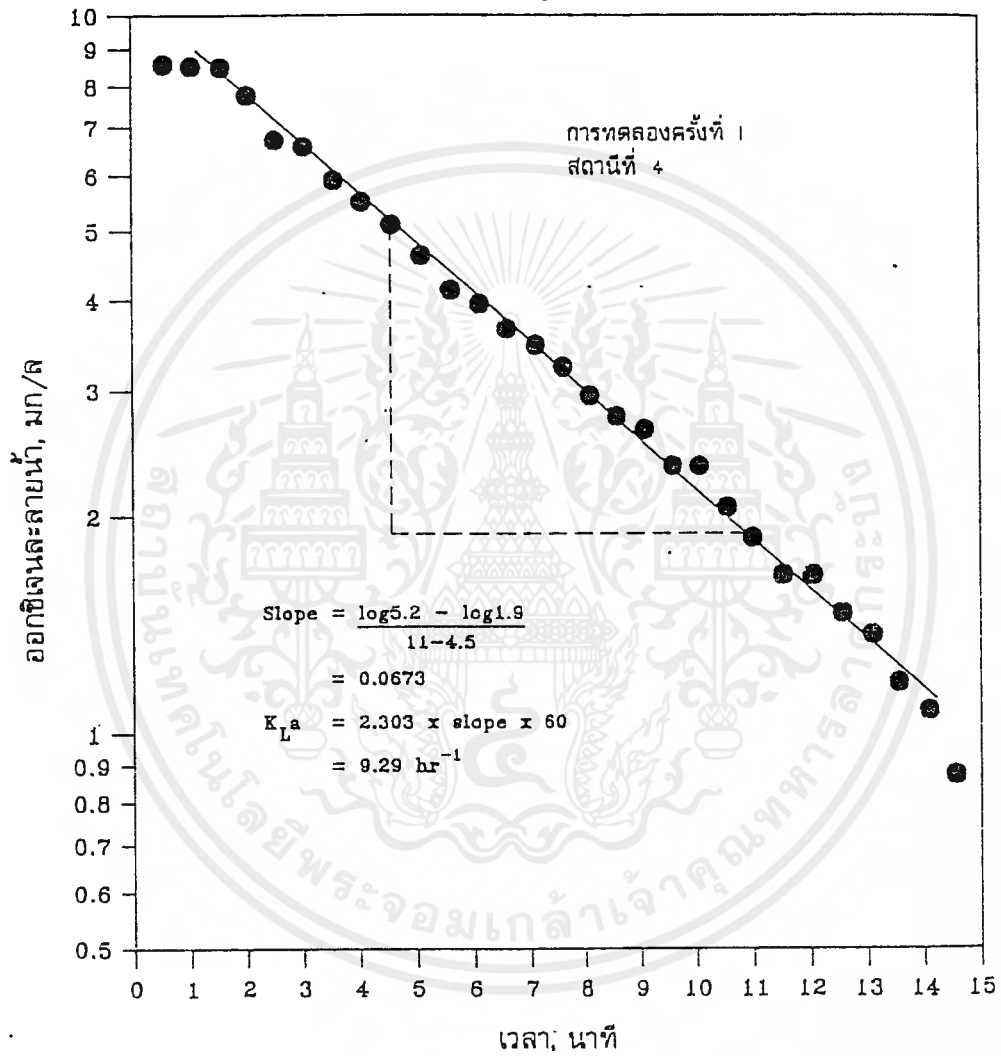
$$OC = \frac{V(K_L a)(C_s)}{1000}$$

เมื่อ V = ปริมาตรของน้ำในถังทดสอบ, ม³

OC = ความสามารถในการเติมออกซิเจน, กก./ชม.

ภาพที่ 55

แสดงตัวอย่างผลทดสอบเครื่องเติมอากาศแบบ SURFACE AERATOR



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพในการเติมอากาศ (AREATION EFFICIENCY) สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$AE = \frac{OC}{KW}$$

โดยที่ AE = ประสิทธิภาพในการเติมอากาศ, กก./กิโลวัตต์ - ชม.

KW = พลังงานที่ใช้ในการเติมอากาศ, กิโลวัตต์

ภาพที่ 55 เป็นตัวอย่างของผลทดสอบเครื่องเติมออกซิเจนแบบ SURFACE AREATOR ชนิดหนึ่ง

รายละเอียดเกี่ยวกับการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องเติมอากาศ อาจหาอ่าน และ ศึกษาค้นคว้าได้จากหนังสือตำราทางด้านวิศวกรรมบำบัดน้ำเสีย ดังเช่น เอกสารอ้างอิง 17 และ 18

ตัวอย่าง ผลการทดสอบเครื่องเติมอากาศมีดังนี้

$$C_1 = 0.0 \text{ มก./ล.}$$

$$C_2 = 7.2 \text{ มก./ล.}$$

$$C_s = 8.84 \text{ มก./ล.}$$

$$t_1 = 09:00 \text{ น.}$$

$$t_2 = 09:30 \text{ น.}$$

ถังทดสอบมีปริมาตรน้ำ 20 ม³ เครื่องเติมอากาศใช้พลังงาน 0.25 กิโลวัตต์

$$Kla = \frac{2.3 \times \log(8.84-0) - \log(8.84-7.2)}{9:30-9:00}$$

$$= \frac{2.3 \times (0.946-0.215)}{0.5}$$

$$= 3.36$$

ชม.⁻¹

$$OC = 3.36 \times 20 \times 8.84$$

กรัม/ชม.

$$= 594$$

กรัม/ชม.

$$AE = \frac{594 \times 10^{-3}}{0.5}$$

$$= 1.2$$

กก./กิโลวัตต์-ชม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพของการเติมออกซิเจนที่ทดสอบดังกล่าวข้างต้น ถือว่าเป็นค่ามาตรฐาน เนื่องจากทำการทดสอบภายใต้สภาวะมาตรฐานที่มีอุณหภูมิ 20°ซ และออกซิเจนละลายน้ำเท่ากับ 0 และน้ำที่ใช้ทดสอบต้องเป็นน้ำสะอาด อย่างไรก็ตาม การควบคุมอุณหภูมิให้ได้ 20°ซ ในระหว่างการทดสอบอาจไม่สามารถทำได้ง่าย การทดสอบจึงมักกระทำ ณ อุณหภูมิสนาม (t) เมื่อได้ $K_L a$ แล้ว จึงแปลงไปที่อุณหภูมิ 20°ซ ดังนี้

$$(K_L a) = (K_L a)_t \times (1.024)^{20-t} \quad - (8.3)$$

ในทางปฏิบัติ

อัตราการถ่ายเทออกซิเจนที่ได้จากการทดสอบมักมีค่าสูงกว่าอัตราที่ได้จากการนำไปใช้จริง ทั้งนี้เพราะสภาวะใช้งานแตกต่างจากสภาวะมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ

4. การเติมอากาศในกรณีฉุกเฉิน

ในระหว่างที่ขาดแคลนออกซิเจน จำเป็นต้องมีการเติมอากาศฉุกเฉินเพื่อป้องกันมิให้ปลาตาย เมื่อระดับออกซิเจนละลายน้ำลดเหลือ 2 มก./ล. หรือน้อยกว่า ถือว่าเริ่มขาดแคลนออกซิเจนแล้ว ควรรีบเติมอากาศเพื่อให้ระดับออกซิเจนละลายน้ำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

การเติมอากาศในกรณีฉุกเฉินกระทำได้หลายวิธี ดังนี้

4.1 การใช้เครื่องสูบน้ำ

เมื่อจุ่มท่อดูดให้ลึกประมาณ 25-50 ซม. ได้ผิวน้ำและสูบน้ำกลับคืนลงบ่อปลา โดยให้มีการกระจายของน้ำเกิดขึ้นมากที่สุด จะมีการเติมออกซิเจนเกิดขึ้นในขณะที่น้ำแตกกระจายลงบ่อ และเกิดขึ้นในขณะที่มีการเคลื่อนไหวหรือมีคลื่นบนผิวน้ำ ถ้าปล่อยน้ำที่สูบขึ้นมาให้ไหลไปตามแผ่นเอียง การถ่ายเทออกซิเจนจะเกิดได้ดียิ่งขึ้น ขนาดของเครื่องสูบน้ำที่มักใช้กันมีตั้งแต่ 4 นิ้ว ถึง 12 นิ้ว เครื่องสูบน้ำยิ่งใหญ่อิ่งเติมออกซิเจนได้มาก อัตราสูบน้ำจะอยู่ในช่วง 4-20 ม³/นาที สามารถสูบน้ำได้หมดยกขนาด 1 เฮกตาร์ (6.25 ไร่) ที่มีน้ำลึก 1 เมตรได้ภายในประมาณ 8-40 ชม.

การใช้ประโยชน์จากเครื่องสูบน้ำอีกวิธีหนึ่ง คือ สูบน้ำที่มีออกซิเจนอิ่มตัวมาจากบ่ออื่น และเติมให้กับบ่อที่มีปัญหาขาดแคลนออกซิเจน ประสิทธิภาพของวิธีนี้ก็ขึ้นอยู่กับขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเครื่องสูบน้ำเช่นกัน ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงด้วย คือ ต้องมีน้ำเติมทดแทนให้กับบ่อที่ถูกสูบน้ำมาใช้ และอาจจำเป็นต้องสูบน้ำกลับคืนไปให้

ในกรณีที่สามารถหาน้ำบาดาลได้ อาจระบายน้ำก้นบ่อปลาทิ้งและเติมน้ำบาดาลทดแทนก็ได้ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากน้ำบาดาลมักไม่มีออกซิเจน จึงต้องเติมออกซิเจนให้กับน้ำบาดาล โดยให้สัมผัสกับอากาศก่อนปล่อยลงบ่อปลา วิธีเติมอากาศให้น้ำบาดาลที่ง่ายที่สุด คือ ให้ไหลผ่านพื้นเอียงที่สร้างเป็นชั้นบันได (ดูภาพที่ 46)

เครื่องสูบน้ำที่นำมาใช้กับบ่อปลา เพื่อเป็นเครื่องมือฉุกเฉินในการเติมอากาศควรเป็นแบบที่มีกำลังสูบสูง แต่มีแรงดันต่ำ เครื่องสูบน้ำสำหรับระบายน้ำสามารถนำมาใช้ได้เป็นอย่างดี ในกรณีนี้ เช่น เครื่องสูบลมขนาดเล็ก เป็นต้น เมื่อนำเครื่องสูบน้ำมาใช้เติมอากาศ เกษตรกรอาจคิดหาวิธีต่าง ๆ เป็นของตนเอง เพื่อให้มีการสัมผัสระหว่างน้ำและอากาศเกิดขึ้นมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

4.2 การใช้เครื่องเติมอากาศแบบกังหันวิดน้ำ

เครื่องแอร์เรเตอร์ฉุกเฉินที่ได้รับความนิยมมากอีกอย่างหนึ่ง คือ แบบกังหันวิดน้ำ (ดูภาพที่ 48) ใบพัดที่วิดน้ำมี 12 ใบ ขนาด 35x15 ซม. จุ่มใต้น้ำประมาณ 25-30 ซม. หมุนด้วยความเร็ว 120 รอบ/นาที พลังงานขับเคลื่อนอาจได้มาจากเครื่องยนต์หรือกระแสไฟฟ้า เกษตรกรต่างประเทศ มักมีรถแทรกเตอร์ไว้ใช้ประจำฟาร์ม จึงสะดวกที่จะใช้กำลังของรถในการขับเคลื่อนแอร์เรเตอร์ อย่างไรก็ตาม การใช้แอร์เรเตอร์ร่วมกับรถแทรกเตอร์มีข้อเสียเปรียบ 2 ประการคือ ต้องมีรถแทรกเตอร์ประจำเครื่องแอร์เรเตอร์ และกำลังม้าจากรถแทรกเตอร์ส่วนใหญ่ มักสูงเกินความต้องการของแอร์เรเตอร์เป็นอย่างมาก จึงเห็นได้ว่าการใช้รถแทรกเตอร์ค่อนข้างจะสิ้นเปลืองมากเกินไป การติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 5-10 แรงม้า เป็นตัวขับเคลื่อนของแอร์เรเตอร์ จึงเป็นการประหยัดกว่า

4.3 การใช้เครื่องเติมอากาศแบบผิวน้ำ

เครื่องเติมอากาศแบบผิวน้ำที่ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสีย และมีขนาดประมาณ 1-5 แรงม้า อาจนำมาใช้เป็นเครื่องเติมอากาศฉุกเฉินให้กับบ่อปลาขนาดเล็ก อุปกรณ์ชนิดนี้ไม่เหมาะสำหรับใช้กับบ่อขนาดใหญ่ เนื่องจากต้องใช้จำนวนมาก และเสียค่าใช้จ่ายสูง

4.4 วิธีอื่น ๆ

ในกรณีที่ไม่สามารถหาเครื่องเติมอากาศต่าง ๆ ดังกล่าวได้ ใบพัดเครื่องยนต์ของเรือก็อาจนำมาเติมอากาศให้บ่อปลาได้ เครื่องยนต์ขนาด 10 แรงม้า หมุนใบพัดตีน้ำด้วยความเร็วสูง สามารถเพิ่มออกซิเจนให้กับน้ำในบ่อขนาด 2.5 ไร่ จากความเข้มข้น 0.3 มก./ล.เป็น 2.0 มก./ล.ได้ภายใน 4 ชม.

การเติมต่างหัตถิ (โปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต) ให้กับบ่อปลาเพื่อเพิ่มระดับออกซิเจนละลายน้ำให้สูงถึง 6 มก./ล. ก็เป็นวิธีที่มีผู้เสนอแนะ ผู้ใช้วิธีนี้ต้องระมัดระวังให้มาก เนื่องจากมีผู้ศึกษาพบว่า การเติมต่างหัตถิไม่มีผลในการเพิ่มออกซิเจนให้กับน้ำ ในทางตรงกันข้าม ต่างหัตถิเป็นอันตรายต่อแพลงก์ตอน ทำให้ไม่สามารถผลิตออกซิเจนจากการสังเคราะห์แสง

การเติมปูนขาวอาจช่วยทำลายคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเกิดขึ้นมากในระหว่างที่มีการขาดแคลนออกซิเจน แต่ปูนขาวไม่ช่วยรักษาคุณภาพของน้ำในบ่อที่ขาดแคลนออกซิเจนให้ดีขึ้นได้

5. การเติมอากาศอย่างต่อเนื่องเพื่อเพิ่มผลผลิตในบ่อปลา

นักวิจัยชาวอิสราเอล (MAREK & SARIG (1971), RAPPAPORT & SARIG (1975) ได้ทดสอบและแสดงให้เห็นว่า การเติมอากาศอย่างต่อเนื่องสามารถเพิ่มผลผลิตที่เป็นปลาคาร์ฟและปลานิล ได้สูงขึ้นถึง 5-6 เท่า ของบ่อปลาที่ไม่ได้เติมอากาศ การทดลองใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ 6 ชนิด ในการเติมอากาศอย่างต่อเนื่องให้กับบ่อ ขนาด 200 ม³ ที่มีการถ่ายเทน้ำสะอาดทุก 10 วัน (RAPPAPORT และคณะ 1976) ปรากฏว่าเครื่องเติมอากาศแบบกังหันวิดน้ำ และแบบผิวน้ำสามารถเติมออกซิเจนได้ดีที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 8.1 ผู้วิจัยพบว่าปลาจะตายเมื่อระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกซิเจนลดเหลือ 20% ของระดับอิ่มตัวเป็นเวลา 2-3 ชม. น้ำในบ่อทดลองทุกบ่อมีออกซิเจนลดต่ำกว่า 20% เป็นครั้งคราว แต่ไม่นานพอที่จะทำให้ปลาตาย การทดลองพบว่าจะมีผลผลิตมากที่สุด ในบ่อที่มีการเติมอากาศแบบผิวน้ำ ทั้ง ๆ ที่เครื่องแบบกังหันวิดน้ำเติมอากาศได้ดีกว่า อย่างไรก็ตาม ปรากฏว่าทุกบ่อให้ผลผลิตสูงกว่าบ่อที่ไม่ได้เติมอากาศ

นักวิจัยอีกคณะหนึ่ง (MITCHELL & KIRBY, 1976) ก็พบเช่นเดียวกันว่า อุปกรณ์แบบผิวน้ำมีประสิทธิภาพในการเติมอากาศและเพิ่มผลผลิตให้กับบ่อปลาได้ดีกว่าอุปกรณ์อื่น ๆ

LOYACANO (1974) ได้ศึกษาอิทธิพลของการเติมอากาศที่มีต่อการเลี้ยงปลาอุกขาวในบ่อ ขนาด 0.04 เฮกตาร์ การเติมอากาศใช้ท่อลม ขนาด 1 นิ้ว 2 ท่อ ปลายท่อ วางห่างกัน 7 เมตร ณ แนวกึ่งกลางบ่อ ปล่อยลมจากปลายท่อเข้าหากัน ท่อลมอยู่สูง จากพื้นบ่อ 15 ซม. อัตราเติมอากาศมี 2 ระดับ คือ 6.9 และ 10.4 ม³/นาที่-เฮกตาร์ เปรียบเทียบกับบ่อปลาที่ไม่เติมอากาศ การเติมอากาศกระทำติดต่อกันนาน 143 วัน ความหนาแน่นของปลา 20,000 ตัว/เฮกตาร์ และป้อนอาหาร 6 วันต่อสัปดาห์ บ่อปลาที่ไม่ได้เติมอากาศได้อาหารในอัตรา 145 กก./เฮกตาร์ ส่วนบ่อปลาที่เติมอากาศได้อาหาร 196 กก./เฮกตาร์ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปรากฏว่า ผลผลิตของบ่อปลาที่ไม่ได้เติมอากาศเท่ากับ 2,740 กก./เฮกตาร์ ส่วนบ่อที่ได้รับ

การเติมอากาศ 6.9 และ 10.4 ม³/นาที่-เฮกตาร์ ได้ผลผลิต 4,560 และ 5,510 กก./เฮกตาร์ ตามลำดับ อัตรารอดชีวิตของปลาในบ่อที่ได้รับการเติมอากาศ ในอัตรา 0, 69 และ 7.4 ม³/นาที่-เฮกตาร์ เท่ากับ 88, 93 และ 99% ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของน้ำ ปรากฏว่า พีเอช คาร์บอนไดออกไซด์ และอุณหภูมิของบ่อทั้ง 3 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ DO และความขุ่น มีแนวโน้มสูงขึ้นตามระดับการเติมอากาศ (ดูตารางที่ 11) ความขุ่นเพิ่มขึ้น เนื่องจากกันบ่อถูกกวนจากการเติมอากาศ แอมโมเนียมีน้อยที่สุดในบ่อที่ไม่ได้เติมอากาศ และซีโอไซด์มีน้อยที่สุดในบ่อที่มีการเติมอากาศมากที่สุด บ่อปลาที่มีการเติมอากาศน้อยมีซีโอไซด์และแอมโมเนียมากที่สุด จะเห็นได้ว่า การเติมอากาศทำให้สามารถป้อนอาหารปลาได้สูงขึ้น โดยไม่ทำให้เกิดปัญหาด้านคุณภาพของน้ำ

ตารางที่ 10

ปริมาณออกซิเจน (วัดในหน่วย % ของออกซิเจนอิ่มตัว) ของน้ำในบ่อปลา เมื่อวัดตอนรุ่งสาง

อุปกรณ์เติมอากาศ	ฤดูที่ 1	ฤดูที่ 2	ฤดูที่ 3
แบบกังหันวิดน้ำ ขนาด 0.38 KW	97	82	99
แบบกังหันวิดน้ำ ขนาด 0.19 KW	84	68	60
แบบผิวน้ำ 0.25 KW	-	67	63
เครื่องเป่าลม 5.8 KW+ท่อเจาะรู1	5	34	27
เครื่องเป่าลม (ให้ออกซิเจนตำแหน่งเดียว)2	39	17	19
VENTURI EJECTOR3	27	12	11

- หมายเหตุ
1. อัตราเติมอากาศ 0.08-0.25 ม³/นาที่ ที่แรงดัน 460-600 มม.ปรอท
 2. ท่อขนาด 20 มม. ให้ลมในอัตรา 0.17-0.20 ม³/นาที่ ณ ตำแหน่งเดียวในบ่อปลา
 3. น้ำฉีดออกจาก EJECTOR ในอัตรา 1 ม³/ชม. ที่แรงดัน 1,526-1,900 มม.ปรอท

ตารางที่ 11

ผลผลิตและคุณภาพของน้ำในบ่อปลาที่มีการเติมอากาศแตกต่างกัน (LOYACANO, 1974)

พารามิเตอร์	อัตราการเติมอากาศ (ม ³ /นาที่-เฮกตาร์)		
	0.0	6.9	10.4
ออกซิเจนละลายน้ำ (มก./ล.)	3.1	3.9	4.5
ซีโอดี (มก./ล.)	59.0	62.0	51.0
แอมโมเนีย (มก./ล.)	0.6	2.2	1.0
ความขุ่น (JTU)	92.0	158.0	170.0
ผลผลิตปลา (กก./เฮกตาร์)	2740.0	4560.0	5510.0

PLEMMONS (1980) ปล่อยปลาฉก (CHANNEL CATFISH) ในอัตรา 18,500, 25,000 และ 31,000 ตัว/เฮกตาร์ ในบ่อปลาที่มีการเติมอากาศอย่างต่อเนื่องด้วย เครื่องแบบผิวน้ำ ขนาด 5.5 กิโลวัตต์/เฮกตาร์ ส่วนบ่อปลาที่ไม่ได้เติมอากาศเลี้ยงให้หนาแน่นเพียง 5,000 ตัว/เฮกตาร์ เท่านั้น การป้อนอาหารทำทุกวันด้วยอัตราสูงสุด 206 และ 28 กก./เฮกตาร์ ให้กับบ่อที่ เติมและไม่เติมอากาศตามลำดับ ความเข้มข้นเฉลี่ยของออกซิเจนละลายน้ำ วัดขณะฟ้าเริ่มสาง แสดงอยู่ในตารางที่ 12 แม้จะมีการเติมอากาศ ก็ยังพบว่าบางเวลาออกซิเจนละลายน้ำเหลือไม่ถึง 2 มก./ล. ในทุกบ่อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบ่อที่เลี้ยงอย่างหนาแน่นมากที่สุด จึงต้องมีการเติมอากาศ อย่างฉุกเฉินด้วยเครื่องสูบน้ำแบบ CRISAFULLI (อัตราสูบน้ำสูงแต่เสดต่ำ) เพื่อลดอัตราตายของ ปลาในขณะที่มีออกซิเจนต่ำ นอกจากนั้นยังมีการถ่ายเทน้ำอีกด้วย ปริมาตรของน้ำที่เติมให้กับบ่อ ปลาสูงประมาณ 7,100 ม.³ ซึ่งมากกว่า 4 เท่า ของปริมาตรน้ำในบ่อ

ระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียมีค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 1 มก./ล. ในทุกบ่อ และสูง ถึง 2-มก./ล.หรือมากกว่า สำหรับบ่อที่มีการเติมอากาศและวัดในเดือนกันยายน ค่าสูงสุดที่พบ คือ 4.75 มก./ล. ถ้าไม่มีการระบายน้ำ เชื่อว่าระดับแอมโมเนียจะสูงกว่านี้ พีเอชที่เวลาตอนบ่าย มักมีค่าสูงกว่า 8.5 ซึ่งทำให้แอมโมเนียอิสระ (ไม่แตกตัวเป็นอออน) มีค่าสูงกว่า 1 มก./ล. แม้ว่า แอมโมเนียระดับสูงนี้จะไม่ทำให้ปลาตาย แต่มีผลทำให้ปลาเจริญเติบโตไม่เต็มที่อย่างแน่นอน

ตารางที่ 12

ความเข้มข้นออกซิเจนละลายน้ำ (เฉลี่ย) วัดขณะฟ้าสางในบ่อต่าง ๆ
ที่เลี้ยงปลาฉก (PLEMMONS, 1980)

บ่อปลา	ความหนาแน่น	ออกซิเจนละลายน้ำ (มก./ล.)					
		เม.ย.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	พ.ย.
ไม่เติมอากาศ	5000	3.7	4.8	4.2	3.3	4.7	6.4
เติมอากาศ	18500	6.9	4.6	3.8	2.5	4.8	6.6
	25000	6.6	4.4	6.8	1.8	3.1	6.6
	31000	6.5	4.4	3.7	1.9	3.7	5.5

หมายเหตุ ปริมาตรในบ่อ 1,560 ม.³

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1-30 กรกฎาคม	เวลา 04.00 น. ถึง 06.00 น.
1-7 สิงหาคม	เวลา 02.00 น. ถึง 06.00 น.
8 สิงหาคม - 16 ตุลาคม	เวลา 00.00 น. ถึง 06.00 น.
(จับปลาในวันที่ 16 ตุลาคม)	

เมื่อวัดออกซิเจนละลายน้ำในระหว่าง 3 กรกฎาคม - 10 ตุลาคม ณ เวลาฟ้าสว่าง และเวลาพลบค่ำ ปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยในบ่อที่ไม่เติมอากาศเท่ากับ 1.52 และ 7.29 มก./ล. ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยในบ่อที่เติมอากาศเท่ากับ 4.64 และ 8.25 มก./ล. ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยทั้งวันของออกซิเจนละลายน้ำในบ่อที่เติมอากาศ สูงประมาณ 3.5 มก./ล. เป็นอย่างต่ำ และในบ่อที่ไม่เติมอากาศมักต่ำกว่า 2.0 มก./ล. ปลาจะมีการผิดปกติ เมื่อระดับออกซิเจนต่ำกว่า 1 มก./ล. และอาจถึงตายได้ ถ้าบ่อมีออกซิเจนละลายน้ำต่ำกว่า 1 มก./ล. วัคซีนะฟ้างสาเป็นเวลา ติดต่อกัน 2-3 วัน ความเข้มข้นของแอมโมเนียมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.5-1 มก./ล. การเติมอากาศทำให้มีแอมโมเนียในบ่อสูงขึ้น (แต่ไม่เคยสูงกว่า 1.29 มก./ล.) ทั้งนี้อาจเนื่องจากการกวนตะกอนดินที่ก้นบ่อให้ฟุ้งขึ้นข้างบน หรือเนื่องจากบ่อเติมอากาศได้รับอาหารมากกว่า แม้ว่าระดับของแอมโมเนียอิสระไม่เคยสูงถึงระดับที่ทำให้ปลาตาย แต่ค่าที่สูงกว่า 0.2 มก./ล. สามารถทำให้ปลาไม่เจริญเติบโตเท่าที่ควร ระดับไนไตรต์ (NO_2) มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 0.06 มก./ล. ทั้งในบ่อเติมและไม่เติมอากาศจนถึงวันที่ 1 สิงหาคม หลังจากนั้นไนไตรต์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในบ่อเติมอากาศจนมีค่าเฉลี่ย 0.2 มก./ล. ในกลางเดือนกันยายน คาดว่าการสะสมของไนไตรต์ในบ่อเติมอากาศเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชันที่ก้นบ่อซึ่งถูกกักขังขึ้นข้างบนโดยเครื่องเติมอากาศ ข้อมูลเกี่ยวกับผลผลิตปลาแสดงอยู่ในตารางที่ 14 จะเห็นได้ว่าการเติมอากาศทำให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น อัตรารอดชีวิตเพิ่มขึ้น และได้ปลาดังใหญ่ขึ้น เนื่องจากได้ตรวจพบโรคปลาและพาราสิตเกิดขึ้น การตายของปลาจึงไม่ได้เกิดขึ้นเนื่องจากขาดแคลนออกซิเจนเพียงอย่างเดียว

ตารางที่ 14

สรุปข้อมูลที่ได้จากการเลี้ยงปลาในบ่อที่มีการเติมและไม่เติมอากาศ

พารามิเตอร์	หน่วย	ประเภทของบ่อปลา	
		ไม่เติมอากาศ	เติมอากาศ
อัตราการรอดชีวิต	%	40	92
น้ำหนักปลาแต่ละตัว	กก.	0.11	0.28
อัตราแลกเนื้อ (S)	-	6.3	1.7
ผลผลิต	กก./เฮกตาร์	1400	5307

6. การเติมอากาศเพื่อทำลายการแบ่งชั้นออกซิเจนในบ่อปลา

การเลี้ยงปลาอย่างหนาแน่นทำให้น้ำเขียวจัด และมีการสังเคราะห์แสงเกิดขึ้นมาก ซึ่งทำให้มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูงเกินค่าอิ่มตัว แพลงค์ตอนที่มียูหนาแน่นในชั้นบนจะบังแสงมิให้ส่งทะลุลงข้างล่างและเพิ่มอุณหภูมิให้กับผิวน้ำ ได้นำลงไปจึงไม่มีแพลงค์ตอน และไม่มีการสังเคราะห์แสง ทำให้ออกซิเจนละลายน้ำอยู่น้อย เกิดการแบ่งชั้นออกซิเจน และชั้นอุณหภูมิตามความลึกของบ่อ น้ำตอนบนจะมีอุณหภูมิสูงและมีออกซิเจนละลายน้ำได้มาก น้ำที่อยู่ลึกจะมีอุณหภูมิต่ำลงและมีออกซิเจนละลายน้ำน้อยลง (ดูภาพที่ 56)

ถ้าในบ่อปลามีการแบ่งชั้นออกซิเจนตามความลึก ปัญหาก็เกิดขึ้นเมื่อมีการพลิกตัวของ น้ำชั้นล่างที่มีออกซิเจนต่ำขึ้นข้างบนอย่างกระทันหัน ปลาอาจถูกฆ่าได้หากตกอยู่ในสถานะที่ขาดแคลนออกซิเจน ดังนั้น บ่อปลาจึงควรมีออกซิเจนละลายน้ำอยู่อย่างสม่ำเสมอตลอดทั้งความลึกของบ่อ การแบ่งชั้นออกซิเจนตามความลึก จึงเป็นสิ่งที่ควรป้องกันมิให้เกิดขึ้นในบ่อปลา เครื่องเติมอากาศเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำลายการแบ่งชั้นออกซิเจนในบ่อปลาได้ หน้าที่ของเครื่องเติมอากาศในกรณีนี้ คือ ทำให้น้ำตอนบนที่มีออกซิเจนอิ่มตัวเกินไปเกิดการผสมกับน้ำตอนล่างของบ่อปลา ซึ่งขาดแคลนออกซิเจน เครื่องเติมอากาศแบบกังหันวิดน้ำ สามารถได้ดีสำหรับบ่อปลานขนาดเล็กที่มีระดับน้ำลึกประมาณ 1-2 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลเกี่ยวกับอัตราการรอดชีวิต ผลผลิตที่ได้ และขนาดของปลาในขณะจับ และอัตราแลกเนื้อ (S) แสดงอยู่ในตารางที่ 13

ตารางที่ 13

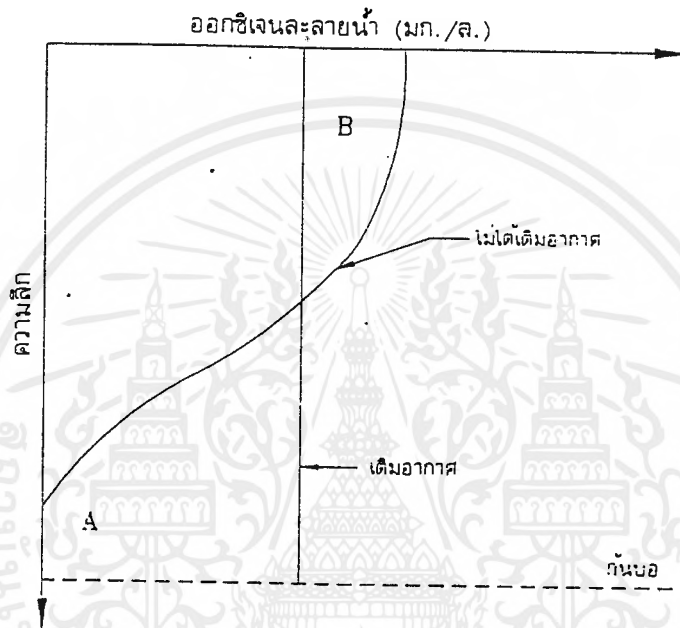
ข้อมูลที่ได้จากการเลี้ยงปลาดุกในบ่อที่เดิมและไม่เดิมอากาศ (PLEMMONS, 1980)

พารามิเตอร์	หน่วย	ความหนาแน่นของการเลี้ยงปลา			
		(ตัว/เฮกตาร์)			
		5000	18500	25000	30100
การเดิมอากาศ	-	ไม่	เดิม	เดิม	เดิม
อัตราการรอดชีวิต	%	90	80	79	77
ผลผลิตปลา	กก./เฮกตาร์)	2518	8544	11108	12846
น้ำหนักปลาเฉลี่ย	กก./ตัว	0.57	0.58	0.57	0.55
อัตราการแลกเนื้อ (S)		1.27	1.59	1.59	1.68

ได้มีการศึกษาที่มหาวิทยาลัย AUBURN เพื่อดูว่าการเดิมอากาศในตอนกลางคืนจะช่วยลดอันตรายที่เกิดจากการขาดออกซิเจนในบ่อที่มีการเร่งป้อนอาหารได้หรือไม่ และช่วยเพิ่มผลผลิตได้หรือไม่ การทดลองทำกับปลาดุก CHANNEL ในบ่อขนาด 0.02-0.04 เฮกตาร์ จำนวน 12 บ่อ เริ่มปล่อยปลาหนาแน่น 20,000 ตัว/เฮกตาร์ ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ อาหารปลาเป็นแบบลอยน้ำที่มีโปรตีนหยาบ 35% ป้อนอาทิตย์ละ 6 วัน ในอัตรา 3% ของน้ำหนักตัวปลา อัตราป้อนอาหารสูงสุด 90 และ 71 กก./เฮกตาร์ ในบ่อปลาที่เดิมและไม่เดิมอากาศ ตามลำดับ เครื่องเดิมอากาศเป็นแบบผิวน้ำ บ่อเดิมอากาศมี 6 บ่อ และไม่เดิมอากาศมี 6 บ่อ เท่ากัน การเดิมอากาศเป็นไปตามตารางเวลาดังนี้

ภาพที่ 56

การแบ่งชั้นออกซิเจนในน้ำ ที่เกิดขึ้นในบ่อทั่วไปและผลจากการเติมอากาศ
ทำให้ไม่มีความแตกต่างของออกซิเจนละลายน้ำเกิดขึ้นภายในบ่อ

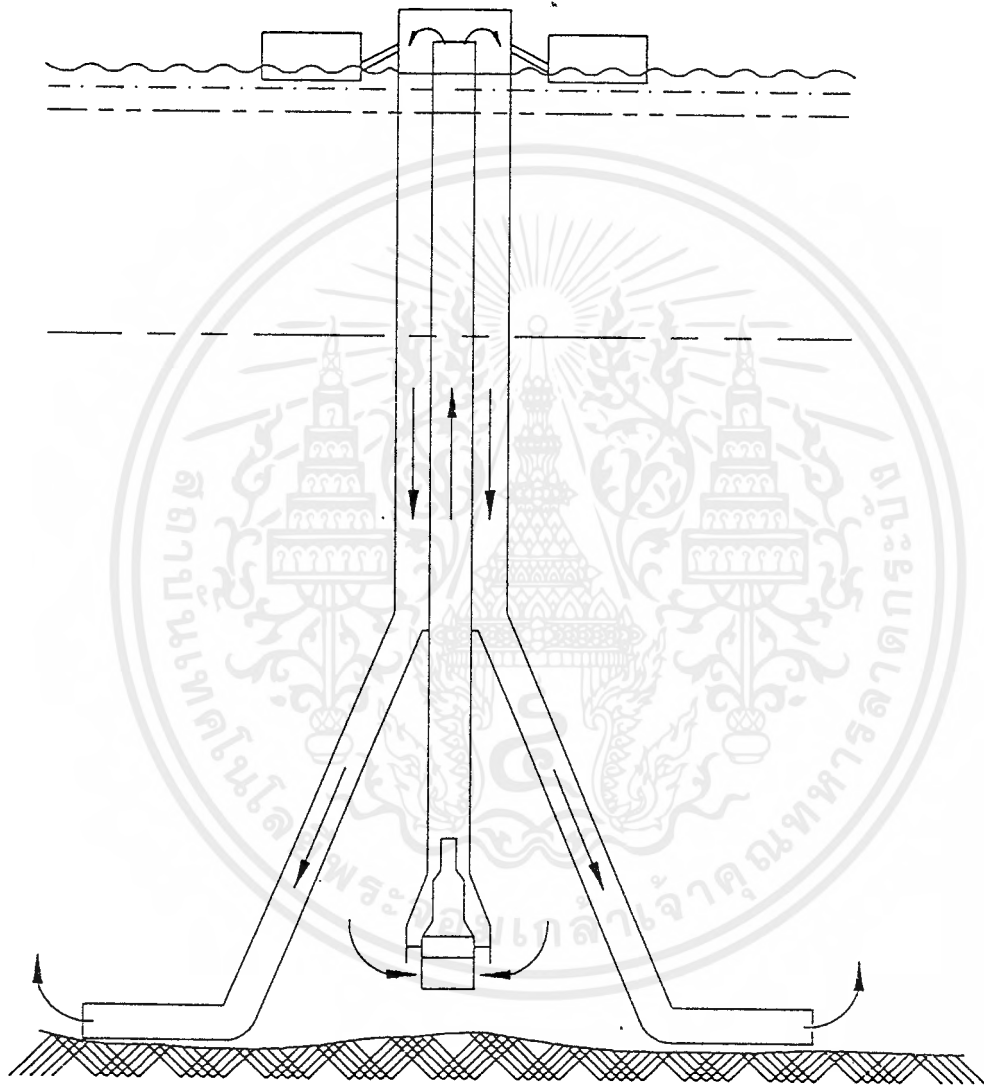


เนื่องจากน้ำตอนบนมีออกซิเจนพอเพียง ชั้นน้ำที่ต้องการออกซิเจนจึงเป็นน้ำตอนล่างเท่านั้น ภาพที่ 57 แสดงถึงการสูบน้ำชั้นล่างด้วยเครื่องสูบน้ำแบบจุ่มได้น้ำให้ขึ้นสู่ผิวน้ำเพื่อให้สัมผัสกับอากาศและรับออกซิเจน จากนั้นจึงไหลกลับลงได้น้ำ อาจใช้เครื่องยนต์ติดท้ายเรือทำหน้าที่ผลักดันน้ำชั้นบนให้ไหลตามท่อลงไปยังชั้นล่าง ดังแสดงในภาพที่ 58 การหมุนเวียนจากชั้นล่างผ่านท่อดูดใหญ่ขึ้นชั้นบนจะเกิดขึ้นด้วย การหมุนเวียนน้ำในบ่อปลา อาจกระทำโดยใช้ลมด้วยการติดตั้งอุปกรณ์ดังแสดงในภาพที่ 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 57

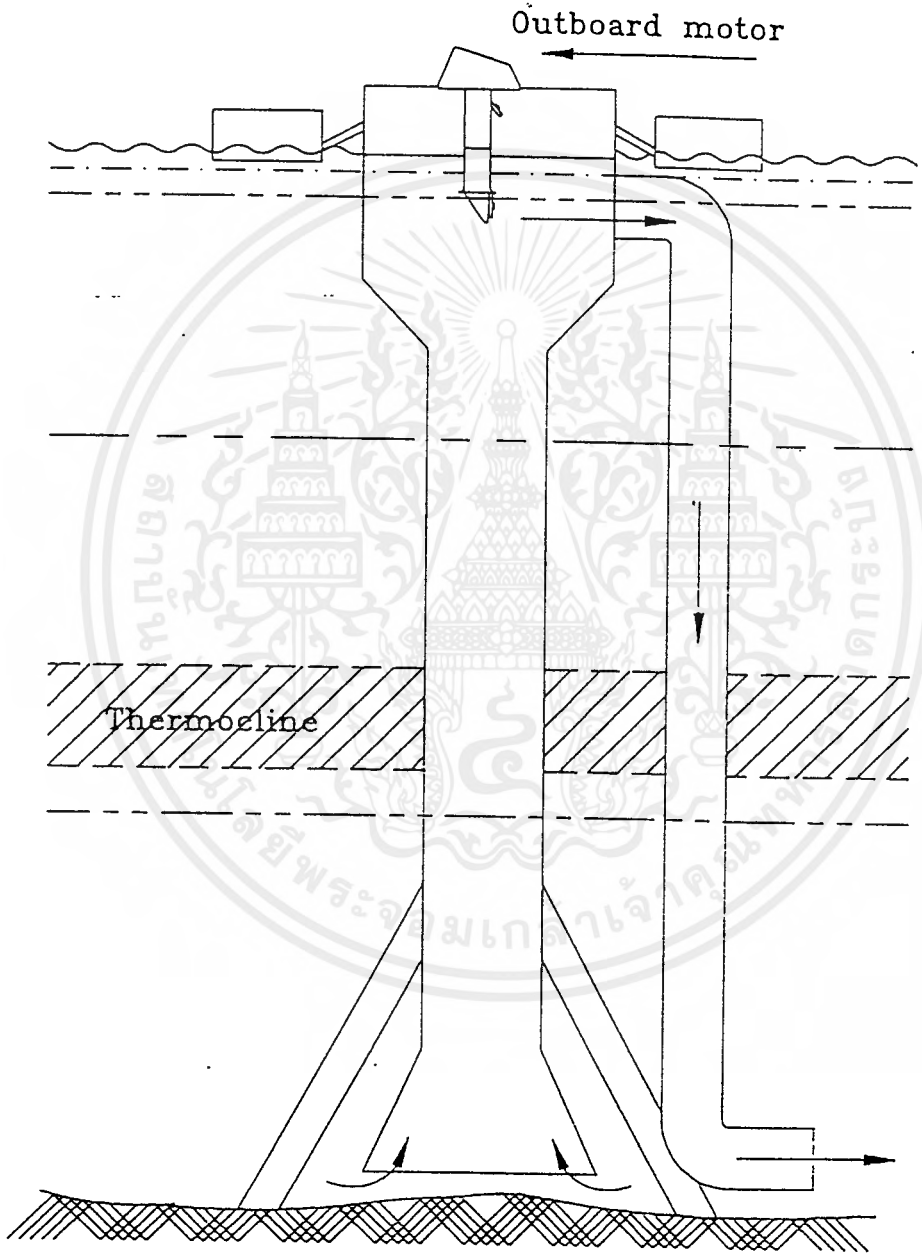
การสูบน้ำจากก้นบ่อ โดยอาศัยเครื่องสูบบแบบจุ่มได้นำให้ขึ้น
มารับออกซิเจน จากอากาศเหนือน้ำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

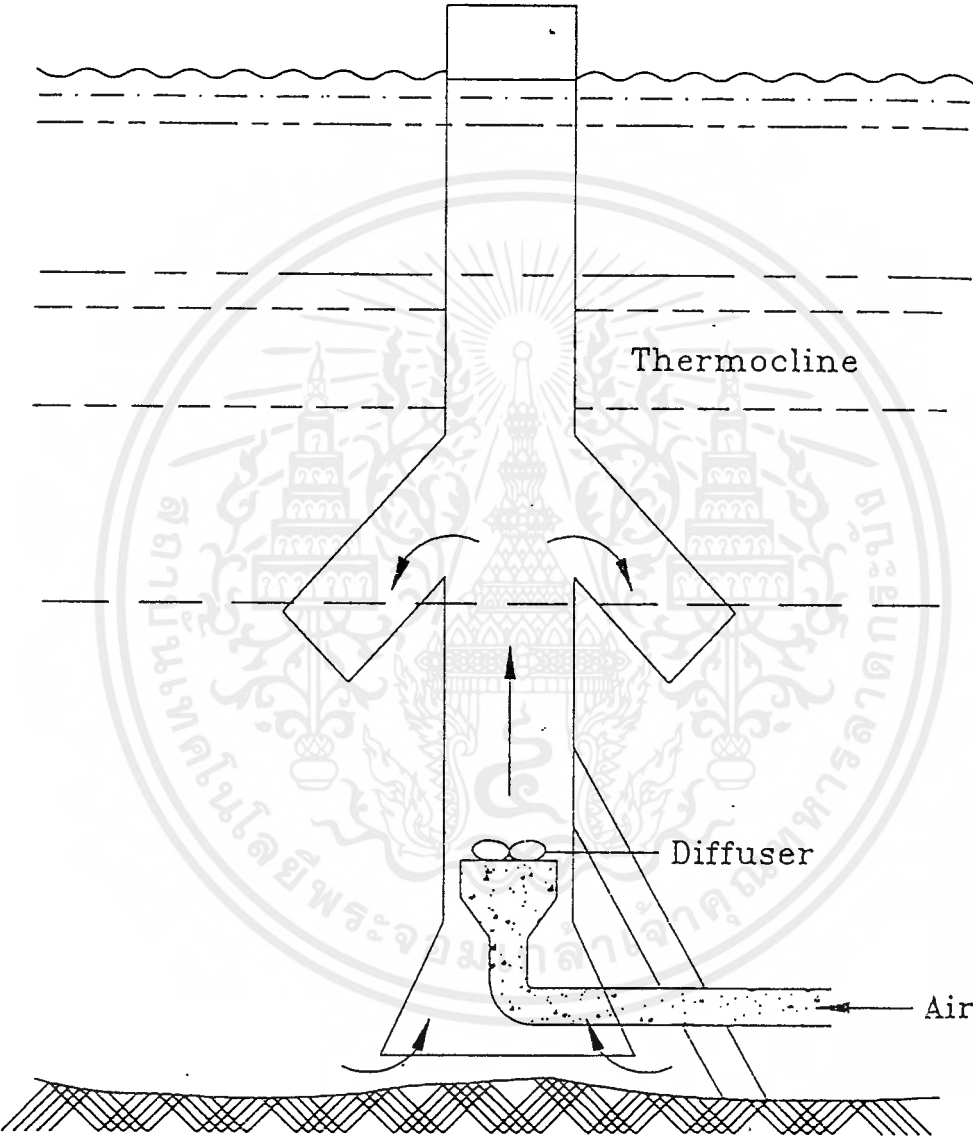
ภาพที่ 58

การใช้เครื่องยนต์ดีเซลทำเขื่อนวนเวียนน้ำ จากกันบ่อปลาให้ขึ้น
มารับออกซิเจน จากอากาศเหนือน้ำ



ภาพที่ 59

การใช้ลมเพื่อหมุนเวียนและให้ออกซิเจนแก่น้ำจากก้นบ่อปลา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นโยบายการประยุกต์ใช้พลังงานทดแทนในประเทศไทย

(ธงชัย ศิริประยูร 2528 : หน้า 35-38)

สำหรับประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศเกษตรกรรม และเป็นประเทศกำลังพัฒนา มีแนวโน้มของความต้องการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เป็นความต้องการพลังงานพื้นฐาน ได้แก่ ความร้อนและแสงสว่างและความต้องการพลังงานในรูปกระแสไฟฟ้า ตลอดจนผลิตภัณฑ์น้ำมันทางปิโตรเลียม ซึ่งต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่ ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5 ได้กำหนดเป้าหมายการประหยัดพลังงานของชาติให้มีการลดอัตราการใช้พลังงานในประเทศ โดยส่วนรวมลดลงไม่ให้ขยายตัวเกินอัตราร้อยละ 4.8 ต่อปี โดยเน้นการปรับปรุงประสิทธิภาพและการประหยัดการใช้พลังงานสาขาคมนาคมขนส่งและสาขาอุตสาหกรรมเป็นพิเศษ ให้มีการลดปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงปิโตรเลียม ขณะเดียวกันก็ส่งเสริมการค้นคว้าวิจัยพลังงานทดแทนอื่น ๆ อย่างจริงจังและรีบด่วน

รัฐบาลได้วางนโยบายเกี่ยวกับการพัฒนาแหล่งพลังงานใหม่ ๆ และพลังงานทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิง ดังนี้

1. การพัฒนาแหล่งพลังงานใหม่ ๆ และพลังงานทดแทนเป็นญูแจออกสำคัญสำหรับความอยู่รอดของชาติ และถือว่าเป็นความจำเป็นเร่งด่วนในการพึ่งพาแหล่งพลังงานของตนเอง
2. การพัฒนาแหล่งพลังงานใหม่ ๆ และพลังงานทดแทน จะต้องบริการให้กระจายไปตามชุมชนต่าง ๆ ทั่วประเทศ
3. จะต้องมีการส่งเสริมและอุดหนุนการวิจัยและการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ อย่างเต็มที่เพื่อใช้ประโยชน์จากพลังงานใหม่ ๆ และพลังงานทดแทนได้อย่างรวดเร็ว
4. จะต้องส่งเสริมอุดหนุนหน่วยงานทั้งภาครัฐบาลและเอกชนให้ใช้แรงงาน และทรัพยากรในท้องถิ่นจัดสร้างระบบอุปกรณ์การผลิตอุปกรณ์สำหรับการผลิตพลังงานดังกล่าว
5. ส่งเสริมให้มีการแลกเปลี่ยนข้อมูล ข่าวสาร และเทคโนโลยีดังกล่าวระหว่างองค์การค้ำระหว่างประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันมีการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ค้มน้ำร้อน โดยแผงรับแสงแดดแผ่นราบใน โรงงานอุตสาหกรรมในโรงพยาบาล ในโรงแรมใหญ่ ๆ สามารถลดค่าน้ำมันเชื้อเพลิงในปีหนึ่ง ๆ เป็นจำนวนมาก หน่วยงานอื่น ๆ ก็มีการวิจัยอุปกรณ์เหล่านี้ เช่น การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย กำลังทดลองใช้เซลล์แสงอาทิตย์เป็นแหล่งกำลังงานไฟฟ้าสำหรับบริเวณที่อยู่ห่างไกล ทุรกันดารในชนบท สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชียและสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขต ธนบุรี ได้มีหลักสูตรวิชาดังกล่าวพร้อมกับศึกษาวิจัยอุปกรณ์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์อย่างกว้าง ขวาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยกำลังทดลองค้นคว้าเกี่ยวกับการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ และการพลัง งานแห่งชาติทดลองเกี่ยวกับเครื่องทำความเย็นพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น

ระบบพลังงานแสงอาทิตย์

พลังงานแสงอาทิตย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์มาก เช่น ระบบการทำน้ำร้อน ระบบการทำความเย็น เป็นต้น ในบทก่อน ๆ เป็นการกล่าวถึงพลังงานแสงอาทิตย์ การกักเก็บ พลังงานและการนำเอาไปใช้ แต่การนำเอาไปใช้ยังไม่ละเอียดนักว่าเอาไปใช้ในเรื่องใด เราจะกล่าว ถึงหลักการนำเอาไปใช้ในเชิงบรรยายโดยละการคำนวณไว้ ผู้สนใจต้องการค้นคว้าและศึกษาเพิ่ม เติมในรายละเอียดแต่ละชนิด การนำเอาไปใช้อาจดูได้จากหนังสืออ้างอิงท้ายเล่ม แต่อย่างไรก็ตาม รายละเอียดดังกล่าวต้องอาศัยพื้นฐานทางเทอร์โมไดนามิกส์ และวิชาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเป็นพื้นฐาน ด้วย ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ที่อาศัยเครื่องกลมาช่วย เพื่อทำความร้อนหรือความเย็น เราเรียกรวบรวมระบบนี้ว่า active systems ในทางตรงข้ามถ้าเราจัดหาวัสดุอุปกรณ์และออกแบบบ้านหรือที่อยู่ อาศัย เพื่อความเย็นหรือให้บ้านอบอุ่น โดยไม่อาศัยเครื่องกลมาช่วยเราเรียกรวมระบบแบบนี้ว่า passive systems (สุพัฒน์ ราชณรงค์, 2530)

1. วิธีการนำพลังงานแสงแดดมาใช้ประโยชน์

การใช้พลังงานแสงอาทิตย์มีอยู่สองแนวทางคือ

1.1 การใช้โดยตรง เป็นการใช้เครื่องมือเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานรูปอื่น และใช้ได้ทันที ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องค้มน้ำร้อน (Solar water heater)
 เครื่องทำความเย็น (Solar refrigerator)
 เครื่องกลั่นน้ำ (Solar still)
 เครื่องอบแห้ง (Solar dryer)
 เครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า (Solar photovoltaic devices)
 เครื่องสูบน้ำ (Solar pump)
 และอื่น ๆ

1.2 การใช้โดยทางอ้อม ขบวนการนี้ได้ใช้กรรมวิธีหลายด้านต่อเนื่องกัน แล้วจึงเปลี่ยนสภาพพลังงานแสงอาทิตย์ไปเป็นพลังงานรูปแบบอื่น ได้แก่

กังหันลม (Wind turbine) เครื่องมือนี้อาศัยพลังงานลมอันเกิดจากอิทธิพลของแสงอาทิตย์ เครื่องมือนี้ใช้ในการสูบน้ำ การกำเนิดกระแสไฟฟ้า หรือบดแป้งหรือเมล็ดพืช เป็นต้น

ขบวนการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) เป็นขบวนการที่ต้องอาศัยพลังงานแสงอาทิตย์โดยตรงทำการผลิตชีวมวล (Biomass) ของพืช พืชบางชนิด ลำต้นและกากของผล มีคุณสมบัติในการเป็นเชื้อเพลิง

OTEC (Ocean thermal energy conversion) เป็นขบวนการที่อาศัยความแตกต่างของอุณหภูมิน้ำทะเลที่ผิวกับที่ระดับลึกต่าง ๆ กันมาเดินเครื่องมือกล และนำพลังงานกลที่ได้ไปทำประโยชน์ เช่น การผลิตพลังงานกระแสไฟฟ้า เป็นต้น

2. การจำแนกลักษณะการใช้อุปกรณ์พลังงานแสงอาทิตย์

จากการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ตามที่กล่าวมาแล้วนั้น เราสามารถจำแนกการนำมาใช้ตามลักษณะการใช้และสภาพของอุณหภูมิได้ โดยสรุปเป็นแผนภูมิโดยย่อ คือ

ภาพที่ 60

แผนภูมิแสดงการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์



ปัจจุบันการพัฒนาเทคโนโลยีด้านพลังงานแสงอาทิตย์ ได้ดำเนินไปตามแผนที่วางไว้ตามขั้นตอน คือ

2.1 ช่วง พ.ศ. 2523-2533 ช่วงแรกนี้เป็นการผลิตเครื่องมือโดยใช้เทคโนโลยีอุณหภูมิเป็นเทคโนโลยีพื้นฐานที่การวิจัยและพัฒนาเป็นไปอย่างสะดวก คือ ใช้ค่าใช้จ่ายไม่มาก สามารถใช้ทรัพยากรของท้องถิ่นมาทำประโยชน์ได้เหมาะสมกับประเทศที่กำลังพัฒนา เครื่องมือเหล่านี้ คือ

- ตัวรับแสงแผ่นราบ (Flat plate collector)
- เครื่องต้มน้ำร้อน เครื่องหุงต้ม เครื่องกลั่นน้ำ (Solar equipment)
- ขบวนการเพิ่มชีวมวล (Biomass)

2.2 ช่วง พ.ศ. 2534-2542 ประเทศที่พัฒนาแล้วจะเริ่มผลิตเทคโนโลยีช่วงอุณหภูมิปานกลางและค่อนข้างสูง แม้ว่าจะทราบหลักการสร้าง แต่ในทางปฏิบัติก็ยังอยู่ในขั้นทดลอง และสร้างต้นแบบเท่าเครื่องมือเหล่านี้ได้แก่

- ตัวรับแสงรวมแบบพาราโบลา (Concentrating parabolic collector) ทั้งแบบอยู่กับที่และแบบติดตามดวงอาทิตย์
- เครื่องทำความเย็น Refrigerator)
- เครื่องสูบน้ำ (Water pumps)
- โครงการผลิตกระแสไฟฟ้าขนาดเล็ก (Small electric generating plants)

2.3 ช่วง พ.ศ. 2543- และต่อจากนั้น จะมีการทดลองเทคโนโลยีช่วงอุณหภูมิสูง ได้แก่

- เทคโนโลยีทางออปติกส์ (Optical transmission power station)
- หอพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar power towers)
- โรงไฟฟ้าโซลาร์เซลล์ภาคพื้นดิน (Terrestrial solar cells power station)
- โรงไฟฟ้าโซลาร์เซลล์ภาคอวกาศ (Solar space power station)

โครงการเหล่านี้ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงและใช้เงินเป็นจำนวนมาก

3. ปัญหาและอุปสรรค

การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจเกี่ยวกับเทคโนโลยีทางแสงอาทิตย์นั้น ต้องใช้หลักการที่แตกต่างกันออกไป เรายังไม่สามารถคำนวณหาจุดคุ้มทุนในการผลิตอุปกรณ์แสงอาทิตย์เหล่านี้ได้ เพราะการผลิตจำหน่ายในเชิงการค้ายังอยู่ในระยะเริ่มแรก ปัจจุบันอุปกรณ์แสงอาทิตย์มีราคาสูงกว่าอุปกรณ์ทั่ว ๆ ไป แต่ในระยะยาวจะคุ้มค่า ปัญหาสำคัญของการพัฒนาเทคโนโลยีแสงอาทิตย์รวมทั้งการออกแบบและสร้างก็คือ

3.1 เป็นเทคโนโลยีใหม่ ขาดความรู้ทั้งในด้านการผลิตและการใช้งาน

3.2 เนื่องจากยังไม่สามารถผลิตจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ได้ ทำให้เครื่องมือและอุปกรณ์แสงอาทิตย์ยังคงมีราคาแพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 เครื่องมือเหล่านี้มีต้นทุนสูง เพราะเทคโนโลยีเหล่านี้ยังอยู่ในระหว่างการค้นคว้าทดลอง และยังไม่สามารถหาจุดคุ้มทุนได้

มีเพียงสองหรือสามประเทศเท่านั้นที่ผลิตอุปกรณ์เหล่านี้ได้ในเชิงพาณิชย์ และสามารถผลิตได้จำนวนจำกัด ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการกระจายข่าวสารความรู้ วิธีการสร้าง ตลอดจนวิธีการลงทุนให้แก่ประเทศที่กำลังพัฒนา

เซลล์แสงอาทิตย์ (สุพัฒน์ ราชณรงค์ 2530 : 157 - 235)

1. ประวัติและความเป็นมา

เซลล์แสงอาทิตย์เป็นสิ่งประดิษฐ์ชนิดหนึ่ง ซึ่งสามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ มาเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรงโดยอาศัยคุณสมบัติที่เรียกว่า “ผลของโฟโตนิก” (PHOTOVOLTAGE EFFECT) ปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้ถูกค้นพบเป็นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1839 โดยนาย BECQUARED ได้สังเกตเห็นการเกิดมีแรงดันไฟฟ้าขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าทั้งสองซึ่งจุ่มอยู่ในสารละลายอิเล็กโทรไลต์เมื่อมีแสงตกกระทบ และในปี ค.ศ. 1876 ก็ได้มีการค้นพบปรากฏการณ์นี้ขึ้นในสารซีลีเนียม (CELENIUM) ต่อจากนั้นได้มีการพัฒนาโฟโตเซลล์โคลสใช้สารซีลีเนียมและสารประกอบของ CUPROUS OKIDE

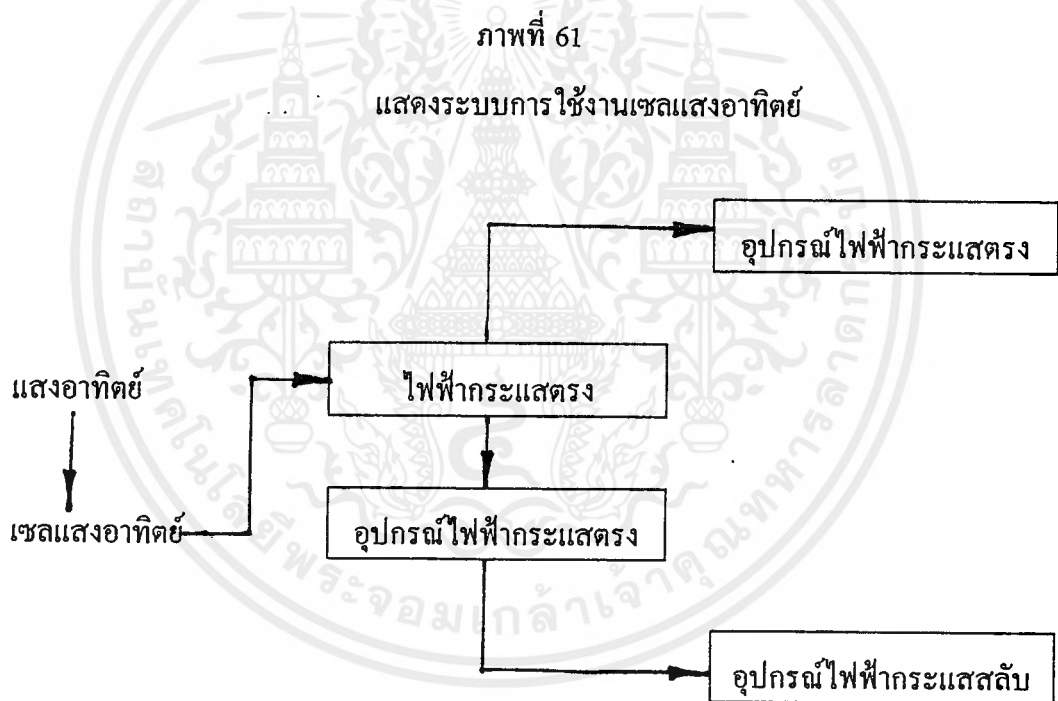
เมื่อปี ค.ศ. 1941 เริ่มมีการค้นพบเทคโนโลยีของการสร้างรอยต่อ พีเอ็น โดยวิธีการที่เรียกว่า GROWN JUNCTION เทคโนโลยีดังกล่าวมีส่วนช่วยในการพัฒนางานของเซลล์แสงอาทิตย์ จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1954 กลุ่มนักวิจัยจากบริษัท BELL TELEPHONE ได้ประกาศความสำเร็จในการสร้างเซลล์แสงอาทิตย์แบบรอยต่อ พี - เอ็น ของผลึกซิลิคอนขึ้นมาเป็นผลสำเร็จ โดยในครั้งแรกนี้เซลล์แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพเพียง 6% เท่านั้นและในต้นปี ค.ศ. 1958 ก็ได้มีการนำเซลล์แสงอาทิตย์ไปใช้งาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านอวกาศ

ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1960 เป็นต้นมา เซลล์แสงอาทิตย์ก็ได้ถูกพัฒนาและสร้างขึ้นเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานบนพื้นโลก โดยเฉพาะการเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์และลดค่าความต้นทุนในการสร้างการใช้เซลล์แสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงาน จึงขยายวงออกไปอย่างกว้างขวางจนกระทั่งในปัจจุบันนี้เซลล์แสงอาทิตย์ แบบผลึกซิลิคอนมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานสูงถึงราว 15%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เซลแสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ ก็คือ สิ่งประดิษฐ์สารกึ่งตัวนำชนิดหนึ่ง ซึ่งสามารถเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรงขณะที่เซลล์แสงอาทิตย์ได้รับแสงเซลล์จะจ่ายกระแสไฟฟ้าออกมา ซึ่งกระแสไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์นี้ เป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DIRECT CURRENT) พลังงานไฟฟ้าที่ได้สามารถนำไปใช้ได้ทันที หรืออาจจะมีอุปกรณ์ร่วมเพื่อแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (ALTERNATING CURRENT) แล้วจึงนำไปใช้เพื่อให้อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ทำงานได้ต่อไปดังแสดงในรูป 2.1



เซลล์แสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นจากสารกึ่งตัวนำซิลิคอนถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายและเป็นที่นิยมนักมาก ทั้งนี้เนื่องจากมาจากธาตุซิลิคอนเป็นธาตุที่หาได้ง่าย และมีมากที่สุดบริเวณผิวโลกราคาจึงถูก และเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับธาตุซิลิคอนเป็นที่เข้าใจกันอย่างดี เนื่องจากพัฒนามาเป็นเวลานาน และใช้กันอย่างกว้างขวางอยู่แล้วในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

อย่างไรก็ดีจากผลการวิเคราะห์ปรากฏว่าวัสดุกึ่งตัวนำซึ่งมีความเหมาะสมที่สุด

สำหรับการนำมาใช้สร้างเซลล์แสงอาทิตย์ ได้แก่วัสดุสารกึ่งตัวนำที่มีค่าของช่องว่างพลังงาน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ENERGY GAP) ประมาณ 1.5 ซึ่งสารกึ่งตัวนำชนิด GaAs มีค่าช่องว่างพลังงานเท่ากับ 1.43 ดังแสดงในตารางที่ 2.1 และจากการทดลองสร้างก็ปรากฏว่า เซลแสงอาทิตย์ที่สร้างจาก GaAs ด้วยโครงสร้างที่เหมาะสมจะสามารถให้ประสิทธิภาพในการแปรรูปพลังงานได้สูงถึง 20% แต่ทว่า แกลเลียมอาเซนายด์ เป็นสารกึ่งตัวนำที่มีราคาแพง ซึ่งเป็นข้อที่เสียเปรียบสารซิลิคอน

ตารางที่ 15

แสดงคุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำชนิดต่าง ๆ ที่สามารถเข้ามาสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ได้

SOLAR CELL MATERIAL CANDIDATES (FROM BYLANDER [13])						
Material	Major materials					
	Energy gap (eV)	Mobility (300 K) (cm ² · V ⁻¹ · s ⁻¹)		Lifetime (s)		Experimental diffusion length (μ)
		μ _n	μ _p	τ _n	τ _p	
Si	1.1	1450	500	400		100
GaAs	1.4	8500	400	50	110 ⁻⁷	5
CdS	2.5	340	615	100	10 ⁻⁷	~1
B	1.5	6000	4000			
Se(Hex)	1.5	2	17			
SiC(β)	2.6	1000	10			
As ₂ Se ₃	1.6	15	45			
Sb ₂ Se ₃	1.2	15	45			
AlSb	1.5	400	400			
GaP	2.2	>200	150			
CdAs ₂	1.0		100			
InP	1.2	4000	>600	2000	2	
ZnSe	2.6	500	16			
ZnTe	2.2	500	900			
CdSe	1.7	600				
CdTe	1.4	700	65			
Other materials						
Material	Energy gap (eV)	Material	Energy gap (eV)			
Ca ₂ Si	1.9	Ca ₂ Se ₃	1.9			
Cu ₂ O	2.0	In ₂ Te ₃	1.2			
Cu ₂ S	1.8	Sb ₂ S ₃	1.5			
Cu ₂ Se	1.3	InN	2.5			
CdAs ₂	1.0	ZSb	2.5			

เซลล์แสงอาทิตย์แต่ละเซลล์ ให้แรงดันไฟฟ้าขาออกประมาณ 0.6 โวลต์ และกระแสสูงสุดประมาณ 3 แอมป์ สามารถนำมาต่อเป็นวงจรอนุกรมหรือขนานตามความต้องการใช้งาน วงจรของเซลล์แสงอาทิตย์จะถูกเคลือบอยู่ระหว่างชั้นของสาร อีวีเอ ด้านหน้าปิดทับด้วยกระจกนิรภัยด้านหลังรองรับด้วยแผ่นโพลีเมอร์ และได้รับการเคลือบให้เป็นชั้นเดียว เพื่อป้องกันความชื้นส่วนกรอบของแผงหุ้มด้วยอลูมิเนียมอนโคไซด์ไม่เป็นสนิม หลังจากผ่านขั้นตอนดังกล่าวทั้งหมดเราเรียกว่า แผงเซลล์แสงอาทิตย์ หรือโฟลด์ไวคาอิก โมดูล

2.1 ข้อดีของการใช้เซลล์แสงอาทิตย์ มาผลิตพลังงานไฟฟ้าคือ ไม่มีชิ้นส่วนใดเคลื่อนไหวจึงไม่มีเสียงดังไม่ต้องใช้ของไหลทำงานที่อุณหภูมิหรือความดันสูง เซลล์แสงอาทิตย์มีน้ำหนักเบา คงทน ติดตั้งได้ง่าย ๆ ต่อการใช้งาน ทำความสะอาดง่าย ไม่ต้องการดูแลบำรุงรักษามาก และมีอายุการใช้งานนานมาก (ประมาณยี่สิบปี)

ปัญหาสำคัญอยู่ที่ต้นทุนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งมีราคาต่อวัตต์สูงมากคือ 200 บาทต่อวัตต์ (พ.ศ. 2528) ในขณะที่ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าด้วยน้ำมันราคา 10 บาท ต่อวัตต์และนิวเคลียร์ 20 บาทต่อวัตต์ ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการผลิตเซลล์ดังกล่าวต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ไม่สามารถผลิตครั้งละมาก ๆ ได้ อีกทั้งมีพลังงานสูญเสียเปล่าเป็นจำนวนมาก ประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตได้ยังคงมีค่าต่ำคือ ประมาณร้อยละ 16-18 ในทางปฏิบัติ และร้อยละ 22 ตามทฤษฎี นอกจากนี้ยังมีการสูญเสียพลังงานจากการสะท้อนแสงที่เกิดบนผิวเซลล์ การดูดกลืนพลังงานแสงไม่สมบูรณ์ตามที่ต้องการ ดังนั้นการพัฒนาโซลาร์เซลล์ ในปัจจุบันจึงมีแนวโน้มที่จะแก้ปัญหาสองประการคือ ประการแรก คือทำให้ประสิทธิภาพของเซลล์สูงขึ้น ประการที่สองคือลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำลงคาดว่าจะลดเหลือราคา 15 บาทต่อวัตต์

สารที่ใช้ทำเซลล์แสงอาทิตย์ ในปัจจุบันส่วนใหญ่ทำจากซิลิกอน (Si) ซึ่งเป็นสารที่หาได้ง่ายและราคาถูก ซิลิกอนเป็นสารที่มีมากมายบนพื้นโลกเป็นอันดับสองรองจากออกซิเจน แต่มักอยู่ในรูปของสารประกอบ เช่น ทราซ (SiO₂) เป็นต้น ดังนั้นทราซจึงเป็นแหล่งกำเนิดที่ดีของซิลิกอนนั่นเองหลังจากที่ได้ลดยกออกซิเจนออกไป และทำให้เป็นซิลิกอนบริสุทธิ์แล้ว ต่อจากนั้นก็นำผลึกของซิลิกอนไปเลือนออกเป็นชิ้นบาง ๆ ซิลิกอนที่เป็นสารบริสุทธิ์นั้นมีคุณสมบัติเป็นตัวนำที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้ว ฉะนั้นจึงต้องเติมสารบางอย่างลงไป เพื่อให้กลายเป็นสารกึ่งตัวนำที่จุดที่ต้องการ ในระหว่างที่มีการตกผลึกของซิลิกอนอยู่นั้นได้เติมฟอสฟอรัสซึ่งเป็นสิ่งเจือปน (IMPURITY) ลงไป เพื่อให้ทำให้เกิดพาหะไฟฟ้า (CARRIER) ของประจุลบ (ELECTRON) ส่วนการเติมโบรอน (BORON) ลงไปนี้เพื่อทำให้เกิดตัวพาหะไฟฟ้าของประจุบวก (HOLE) วิธีนี้ทำให้ได้ซิลิกอนที่เป็นชนิดลบ (N-TYPE) และชนิดบวก (P-TYPE) หรือเป็น PN JUNCTION ซึ่งมีลักษณะคล้ายกัน โคโอดธรรมดา นั่นเอง ซิลิกอนต่างชนิดสองชนิดดังกล่าวจะมีศักดาไฟฟ้าต่างกันเมื่อแสงแดดตกกระทบจะผลิตประจุไฟฟ้าออกจากความต่างศักย์ของชั้นทั้งสอง นำไปใช้กับวงจรไฟฟ้าได้ มิลลิแอมแปร์ และแรงเคลื่อนไฟฟ้าเมื่อวงจรเปิด (OPEN C.C.T.VOLTAGE) 0.55 โวลต์ จึงมีกำลังไฟฟ้าประมาณ 0.055 วัตต์ในอากาศ แต่สำหรับบนพื้นดินเมื่อมีแสงแดดก็มีค่า 0.048 วัตต์ปกติเราจะเห็นว่าเซลล์แสงอาทิตย์แผ่นเล็ก ๆ เหล่านี้ มีสีเป็นสีน้ำเงินเพราะมีการเคลือบสารพวกออกไซด์บางชนิด เพื่อลดการสะท้อนของแสงที่ตกกระทบบนพื้นผิวของเซลล์ ทั้งนี้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์

2.2 ความมั่นคงเชื่อถือได้ของงานที่ใช้เซลล์แสงอาทิตย์

เนื่องจากเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละตัวให้กำลังไฟฟ้าต่ำดังนั้นในการใช้งานจริงจึงมักไม่ใช่เซลล์เดียวแต่จะให้เซลล์หลาย ๆ ตัวมาต่อกันทั้งแบบอนุกรมและขนานในรูปของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อให้ได้กำลังไฟฟ้าที่ต้อง โดยมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าเหมาะสมกับโหลด รูปแสดงให้เห็นถึงการต่อเซลล์แสงอาทิตย์สองตัวเมื่อต้องการให้มีกำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้นกล่าวคือถ้าต้องการให้ได้ค่าแรงเคลื่อนเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าก็ให้นำโซลาร์เซลล์สองตัวมาต่ออนุกรมกันโดยนำมาวางซ้อนกันให้ขั้วบวกของเซลล์ตัวหนึ่งแตะกับขั้วลบของอีกตัวหนึ่งหรือถ้าหากต้องการเพิ่มกำลังไฟฟ้าเป็นสองเท่าที่ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าค่าหนึ่งก็ให้นำเซลล์แสงอาทิตย์สองตัวมาต่อขนานกัน หรือถ้าต้องการกำลังไฟฟ้าต่อและมีค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงก็ให้นำเซลล์แสงอาทิตย์ตัวหนึ่งมาแบ่งออกเป็นสองส่วนให้มีพื้นที่ผิวเท่า ๆ กันแล้วนำมาต่ออนุกรม

เพื่อให้อายุการใช้งานของโซลาร์เซลล์มีระยะยาว มีความคงทน คู่มากับการลงทุน การออกแบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะต้องกระทำอย่างรอบคอบเพื่อป้องกันปัญหาต่าง ๆ ที่อาจ

เกิดขึ้น ทำให้ระบบการผลิตไฟฟ้าจากแสงแดดเกิดทำงานล้มเหลว ปัญหาที่เกิดขึ้นในทางปฏิบัติ ดังนี้

- เกิดการเสื่อมคุณภาพบริเวณรอยต่อ เป็นการเพิ่มความต้านทานอนุกรมในวงจร
- เกิดการเสื่อมคุณภาพเนื่องจากได้รับรังสีบางชนิด
- การบรรจุปิดผนึกป้องกันไอน้ำและฝุ่นละออง
- การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะต้องติดตั้งในบริเวณที่ไม่มีร่มเงาจากสิ่งทึบ

แสงเพราะการเกิดร่มเงา บนตัวโซลาร์เซลล์จะทำให้เกิดปรากฏการณ์ “ฮอตสปอต” ขึ้นในแผง เนื่องจากการย้อนกลับทางแรงเคลื่อนไฟฟ้าก่อให้เกิดความร้อน ทำให้ลดกำลังการผลิตไฟฟ้าให้ลดลงวิธีแก้ก็คือใช้ไดโอดมาต่อคร่อมตัวเซลล์แสงอาทิตย์จะช่วยลดความเสียหายได้

2.3 หลักการทำงานของโซลาร์เซลล์

โซลาร์เซลล์สามารถเปลี่ยนพลังงานแสงแดดเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยกระบวนการต่อไปนี้

เมื่ออนุภาคแสงหรือโฟตอนตกกระทบบนผิวหน้าของซิลิกอน ทำให้แสงสีแดงแทรกผ่าน (penetrate) ลึกลงไปบนผิวหน้า และขณะเดียวกันแสงสีน้ำเงินจะถูกดูดกลืนโดยทันทีจากผิวล่างอิเล็กตรอนในสารกึ่งตัวนำเมื่อได้รับพลังงานดังกล่าวจะสามารถยับตัวได้อย่างอิสระในเนื้อสาร

ถ้าพิจารณาในเทอมของการเปลี่ยนระดับพลังงานของอิเล็กตรอน อิเล็กตรอนยก ระดับพลังงานตัวเองจากแถบวาเลนซ์ (Valence Band, VB) ไปยังแถบความนำ (Conduction Band, CB) และกลายเป็นพาหะไฟฟ้าลบ (Negative charge carrier) การกระตุ้นอิเล็กตรอนดังกล่าว นอกจากทำให้เกิดอิเล็กตรอนในแถบความนำแล้ว ยังสร้างพาหะไฟฟ้าบวก (Positive charge carrier) หรือโฮล (hole) ให้เกิดขึ้นในแถบวาเลนซ์ด้วย

อนุภาคแสงหรือโฟตอนที่มาตกกระทบบจะต้องมีพลังงานอย่างน้อยเท่ากับช่วงห่างพลังงาน (Energy gap) ของสารกึ่งตัวนำเท่านั้นจึงจะถูกดูดกลืน และกำหนดไว้โดยสมการ

$$h\nu > E_g \sim \text{EMBED Equation.2} \sim \sim$$

โดย h คือ Planck's constant

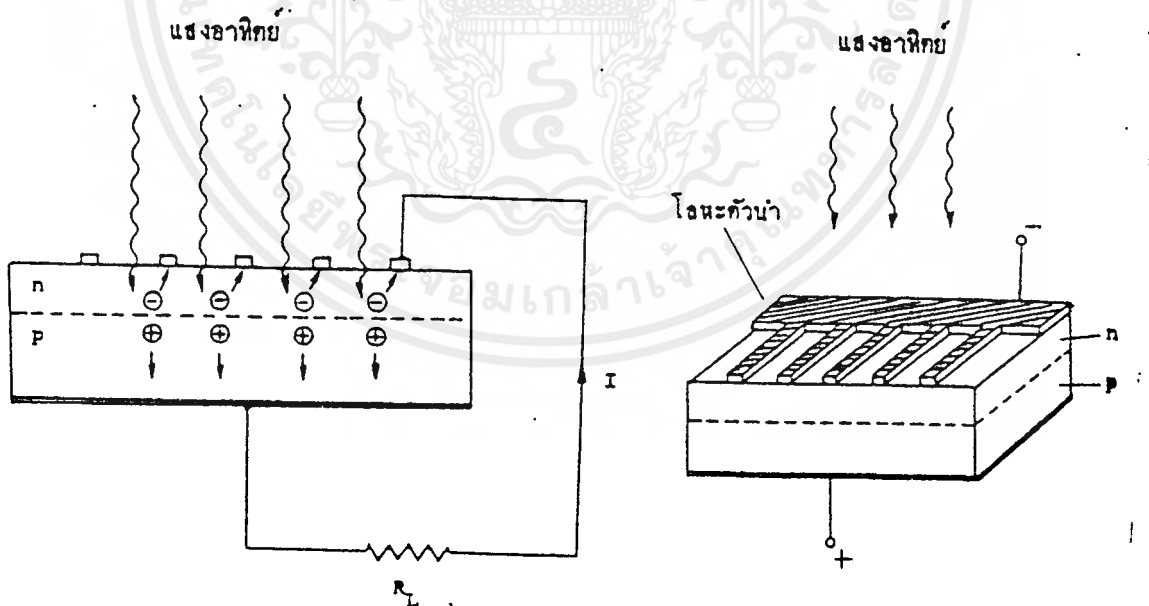
ν คือ ความถี่ของแสง

E_g คือ Energy gap ของสารกึ่งตัวนำ

พลังงานจากโฟตอนทำให้เกิดคู่ของพาหะไฟฟ้าบวก (โฮล) และพาหะไฟฟ้าลบ (อิเล็กตรอน) ขึ้น โฮลและอิเล็กตรอนจะถูกกวาดด้วยสนามไฟฟ้าที่ถูกสร้างขึ้นเองภายในเซลล์รอยต่อ (P-N junction) ให้เคลื่อนที่ไปในทิศทางที่แน่นอน อิเล็กตรอนจะแพร่ (diffuse) ข้ามรอยต่อเข้าไปยังซิลิกอนประเภท N-type ส่วนโฮลจะเคลื่อนที่ไปยังซิลิกอนประเภท P-type การเคลื่อนที่ของพาหะดังกล่าวเรียกว่าเป็นการขจัดอย่างรวดเร็ว (drift) ในสนามไฟฟ้า

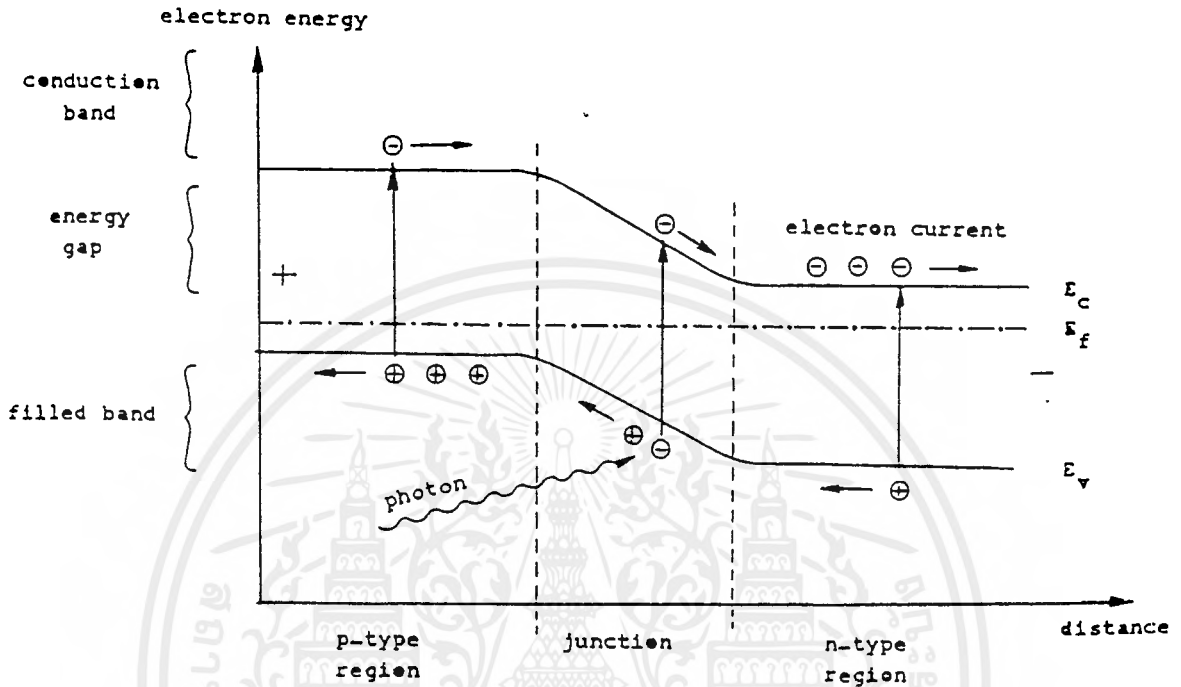
ภาพที่ 62

แสดงแสงแดดกระทบซิลิกอนทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า



ภาพที่ 63

แสดงเซลล์แสงอาทิตย์เปลี่ยนพลังงานโฟตอนเป็นพลังงานไฟฟ้า



จากกระบวนการทำงานดังกล่าวข้างต้น ทำให้พาหะไฟฟ้าทั้งสองชนิดถูกขับออกจากโซลาเซลล์ก่อนที่มันจะกลับไปรวมตัวกันอีก ดังนั้นจึงทำให้เกิดการไหลของประจุไฟฟ้าออกจากเซลล์เป็นกระแสไฟฟ้าเมื่อต่อสายไฟเข้ากับขั้วบนและขั้วล่างของเซลล์แล้วต่อไปยังวงจรไฟฟ้าภายนอก ก็ทำให้กระแสไฟกลับยังขั้วข้างบนของเซลล์ ฉะนั้นจึงเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้า ทำให้ได้แหล่งกำเนิดกำลังงานที่เป็นเครื่องผลิตไฟฟ้าจากแสงแดด (Photovoltaic generator) หรือ โซลาร์เซลล์นั่นเอง

อนึ่ง กรณีที่โฟตอนที่ทำให้เกิดคู่ของพาหะไฟฟ้าบวกและลบขึ้น (electron - hole pair) นี้ถ้าโฟตอนไม่มีพลังงานมากพอที่จะทำให้มันแพร่ข้ามรอยต่อไปได้แล้ว จะทำให้มันกลับรวมตัวกันเข้าดังเดิมอีกเพราะคู่ของพาหะไฟฟ้านี้มีชีวิตสั้นมาก คือประมาณหนึ่งในล้านของวินาที เท่านั้น การรวมตัวของพาหะชนิดตรงข้ามนี้นับเป็นการสูญเสียพลังงานไปโดยเปล่าประโยชน์

2.4 คุณสมบัติประจำตัวของโซลาร์เซลล์

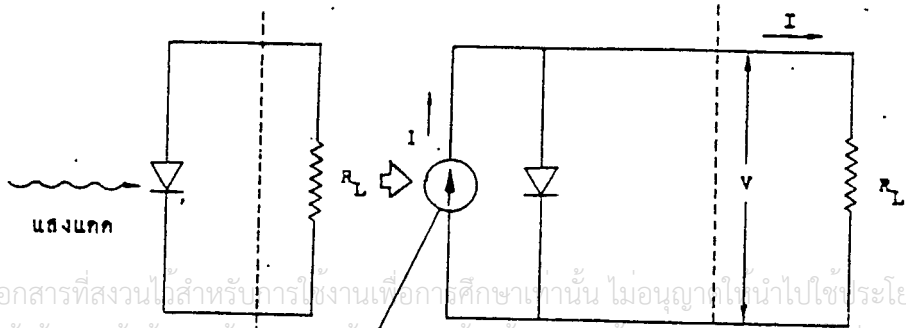
โซลาร์เซลล์มีรูปร่างแบบต่าง ๆ คือ มีทั้งวงกลม สี่เหลี่ยมจัตุรัส และสี่เหลี่ยมผืนผ้า เพื่อให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน โซลาร์เซลล์ไม่ว่าจะมีโครงสร้างแบบใดก็ตามจะมีวงจรสมมูลไฟฟ้า (Equivalent circuit) เหมือนกันคือ มีแหล่งกำเนิดกระแสไฟฟ้าคงที่ (current source) ตัวหนึ่งต่อขนานกับไดโอดตัวหนึ่ง แล้วต่ออนุกรมกับความต้านทานตัวหนึ่ง

คุณสมบัติของโซลาร์เซลล์นี้สามารถหาได้จากความสัมพันธ์จากคุณสมบัติของแรงเคลื่อนไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า (Voltage - current) ของไดโอดธรรมดา กล่าวคือความสัมพันธ์ระหว่างกระแสซึ่งไหลผ่านโซลาร์เซลล์กับแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ปลายทั้งสองของเซลล์ เมื่อไม่มีแสงแดดตกกระทบจะเหมือนกับ IV Characteristic ของ P-N junction ปกติธรรมดา แต่เมื่อโซลาร์เซลล์ได้รับแสง เส้นกราฟ IV Characteristic จะเปลี่ยนไป จะเห็นได้ว่าในควอดแรนต์ ที่ 4 ทางด้านล่างขวามือนั้นเป็นค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้จากโซลาร์เซลล์ และข้อที่แสดงแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสของเซลล์นี้ดูคล้ายคลึงกับข้อเบตเตอรี่เช่นกันโซลาร์เซลล์สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้เมื่อจุดทำงาน (operating point) ของเซลล์อยู่ ณ จุดใดจุดหนึ่งบนโค้ง AB กำลังไฟสูงสุดนี้เกิดขึ้นก็ต่อเมื่อผลคูณของกระแสกับแรงเคลื่อนมีค่ามากที่สุด

โดยปกติแล้วคุณสมบัติประจำตัวของโซลาร์เซลล์นั้นแสดงให้เห็นเฉพาะช่องที่แสดงกำลังงาน (power quadrant) เท่านั้น คุณสมบัติดังกล่าวของแรงเคลื่อนไฟฟ้า - กระแสไฟฟ้าได้แสดงไว้ดังรูป เช่น โซลาร์เซลล์ที่ใช้ในอวกาศมีขนาดเซลล์ละ 2 x 2 ตารางเซนติเมตร และมีความหนา 0.05 เซนติเมตร เซลล์ต่าง ๆ เหล่านี้ ให้กระแสไฟฟ้าเมื่อลัดวงจร (Short circuit current) ประมาณ 140

ภาพที่ 64

วงจรสมมูลไฟฟ้าของโซลาร์เซลล์

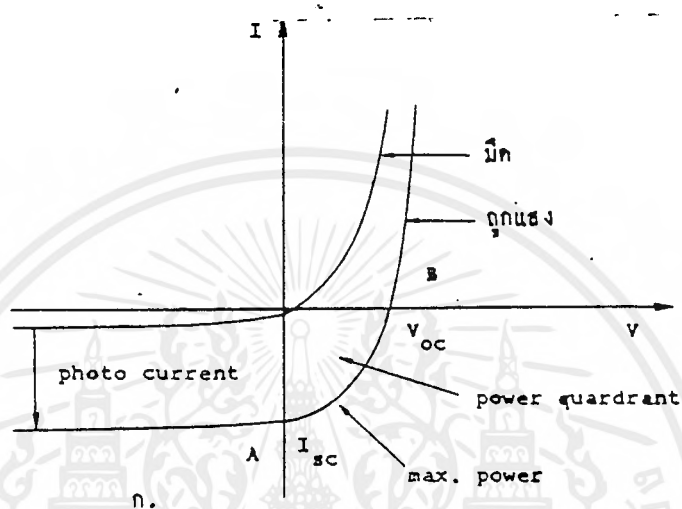


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลง ตีพิมพ์ หรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 65

ก. คือ IV Characteristic ของโซลาร์เซลล์

ข. คือ IV Characteristic เฉพาะส่วน Power guardrant



มิลลิแอมแปร์ และแรงเคลื่อนไฟฟ้าเมื่อวงจรเปิด (open circuit voltage) 0.55 โวลต์ จึงมีกำลังไฟฟ้าประมาณ 0.055 วัตต์ ในอวกาศ แต่สำหรับบนพื้นดินเมื่อมีแสงแดดดีมีค่า 0.048 วัตต์ ปกติเราจะเห็นว่าโซลาร์เซลล์แผ่นเล็ก ๆ เหล่านี้ มีสีเป็นสีน้ำเงินเพราะมีการเคลือบสารพวกออกไซด์บางชนิด เพื่อลดการสะท้อนของแสงที่ตกกระทบบนพื้นผิวของเซลล์ ทั้งนี้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์ ดังรูป 6.16

2.5 ความมั่นคงเชื่อถือได้ของงานที่ใช้โซลาร์เซลล์

เนื่องจากโซลาร์เซลล์แต่ละตัวให้กำลังไฟฟ้าต่ำ ดังนั้นในการใช้งานจริงจึงมักไม่ใช้แผงเซลล์เดียว แต่จะใช้เซลล์หลาย ๆ ตัวมาต่อกันทั้งแบบอนุกรมและขนานในรูปของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อให้ได้กำลังไฟฟ้าที่ต้องการ โดยมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าเหมาะสมกับโหลด แสดงให้เห็นถึงการต่อโซลาร์เซลล์สองตัวเมื่อต้องการให้มีกำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้น กล่าวคือ ถ้าต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การให้ค่าแรงเคลื่อนเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าก็ให้นำโซลาร์เซลล์สองตัวมาต่ออนุกรมกัน โดยนำมาวางซ้อนกันให้ขั้วบวกของเซลล์หนึ่งแตะกับขั้วลบของอีกตัวหนึ่ง หรือถ้าต้องการเพิ่มกำลังไฟฟ้าเป็นสองเท่าที่ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าค่าหนึ่งก็ให้นำโซลาร์เซลล์สองตัวมาต่อขนานกัน หรือถ้าต้องการกำลังไฟฟ้าต่อและเมื่อมีค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงก็ให้นำโซลาร์เซลล์ตัวหนึ่งมาแบ่งออกเป็นสองส่วนให้มีพื้นที่ผิวเท่า ๆ กัน แล้วนำมาต่ออนุกรมกัน

เพื่อให้อายุการใช้งานของโซลาร์เซลล์มีระยะยาว มีความคงทน คู่มากับการลงทุน การออกแบบแผงโซลาร์เซลล์จะต้องกระทำอย่างรอบคอบเพื่อป้องกันปัญหาต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น ทำให้ระบบการผลิตไฟฟ้าจากแสงแดดเกิดทำงานล้มเหลว ปัญหาที่เกิดขึ้นในทางปฏิบัติมีดังนี้

2.5.1 การต่อสายไฟจากโซลาร์เซลล์เพื่อนำไปใช้งานถ้ารอยเชื่อมต่อไม่เรียบร้อย จะทำให้เกิดวงจรเปิด ทำให้ได้กระแสลดลง ข้อเสียนี้มักเกิดขึ้นบ่อยเพราะในการใช้งานจริง ๆ จะต้องมีการเชื่อมต่อมากเนื่องจากต้องใช้โซลาร์เซลล์หลาย ๆ เซลล์ การต่อสายก็ทำได้ยาก

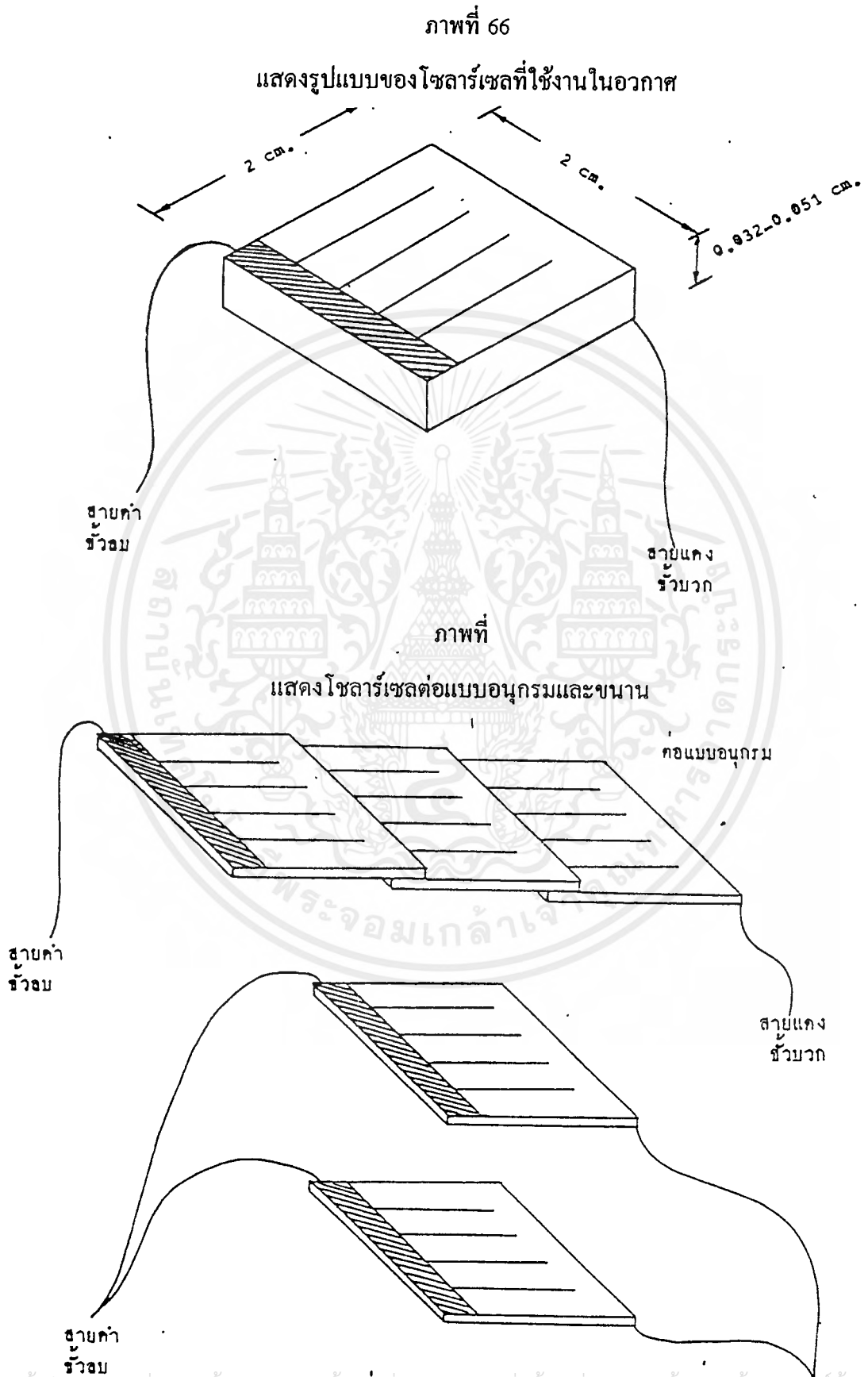
2.5.2 เกิดการเสื่อมคุณภาพบริเวณรอยต่อ เป็นการเพิ่มความต้านทานอนุกรมในวงจร

2.5.3 เกิดการเสื่อมคุณภาพเนื่องจากได้รับรังสีบางชนิด

2.5.4 การบรรจุปิดผนึกป้องกันไอน้ำและฝุ่นละออง

2.5.5 การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์จะต้องติดตั้งในบริเวณที่ไม่มีร่มเงาจากสิ่งทึบแสง

เพราะการเกิดร่มเงา (Shading) บนตัวโซลาร์เซลล์จะทำให้เกิดปรากฏการณ์ “Hot spot” ขึ้นในแผง เนื่องจากการย้อนกลับทางแรงเคลื่อนไฟฟ้า ก่อให้เกิดความร้อน ทำให้ลดกำลังการผลิตไฟฟ้าให้ลดลง วิธีแก้ก็คือใช้ไดโอด (By-pass diode) มาต่อคร่อมตัวโซลาร์เซลล์จะช่วยลดความเสียหายได้โดยการยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไดโอดดังกล่าวแทนการไหลผ่านตัวเซลล์ที่ถูกเงาบังตัวนั้น และเพื่อป้องกันความเสียหายทางด้านไฟฟ้าที่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานต่อแบบขนานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกานำไปใช้

อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการบังเงา จึงมักมีการออกแบบแผงโซลาร์เซลล์เป็นโมดูลย่อย ๆ ขนาดเล็ก แยกเป็นอิสระจากกันโดยมี Blocking diode ต่อไว้แต่ละชุด การออกแบบแผงโซลาร์เซลล์จึงมักทำในรูปของโมดูลมาตรฐานที่มีกำลังไฟฟ้าแน่นอน จากนั้นจึงนำเอาโมดูลมาตรฐานมาต่อเข้าด้วยกันอีกทีหนึ่งเช่นแผงโซลาร์เซลล์ขนาดพื้นที่ประมาณ 0.4 ตารางเมตร ประกอบด้วยโซลาร์เซลล์ประมาณ 200 ตัว ผลิตไฟฟ้าได้ 175 วัตต์

2.6 ลักษณะการใช้งานของโซลาร์เซลล์

ปกติเรามักใช้โซลาร์เซลล์ผลิตพลังงานไฟฟ้าสำหรับบริเวณที่อยู่ห่างจากแหล่งชุมชน หรือแหล่งกำเนิดไฟฟ้า หรือใช้เป็นตัวอะไหล่ของระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้าก็ได้ ตัวอย่างที่ใช้งานอยู่ในขณะนี้ มีดังนี้ คือ

2.6.1 ใช้สำหรับเรือหรือระบบการเดินเรือ เช่น เป็นแหล่งกำลังงานสำหรับแสงสว่าง และระบบสัญญาณต่าง ๆ ในการเดินเรือ ให้แสงสว่างตามท่อนที่ลอยอยู่ในทะเล หรือแม่น้ำ ตลอดจนไฟสัญญาณของประภาคารบนเกาะต่าง ๆ และแท่นเจาะน้ำมันกลางทะเล

2.6.2 ใช้สำหรับสถานีสื่อสารในท้องถิ่นทุรกันดาร และบนยอดเขาสูง ๆ ระบบโทรศัพท์ในชนบทระบบเครื่องมือสื่อสารที่ต้องเคลื่อนย้ายไปมาเสมอ รวมทั้งบริเวณค้ำขันที่ต้องการความช่วยเหลือ เช่นกรณีสงคราม เป็นต้น

2.6.3 ใช้สำหรับอุปกรณ์ให้ความปลอดภัยบนทางหลวง เช่น มีแสงสว่างเป็นไฟกระพริบอยู่ตามรั้วของขอบถนน เป็นตัวป้องกันไฟฟ้าให้กับโทรศัพท์ที่ใช้ในยามฉุกเฉินที่ติดตั้งอยู่ตามถนน สัญญาณไฟที่ใช้เตือนในการจราจร

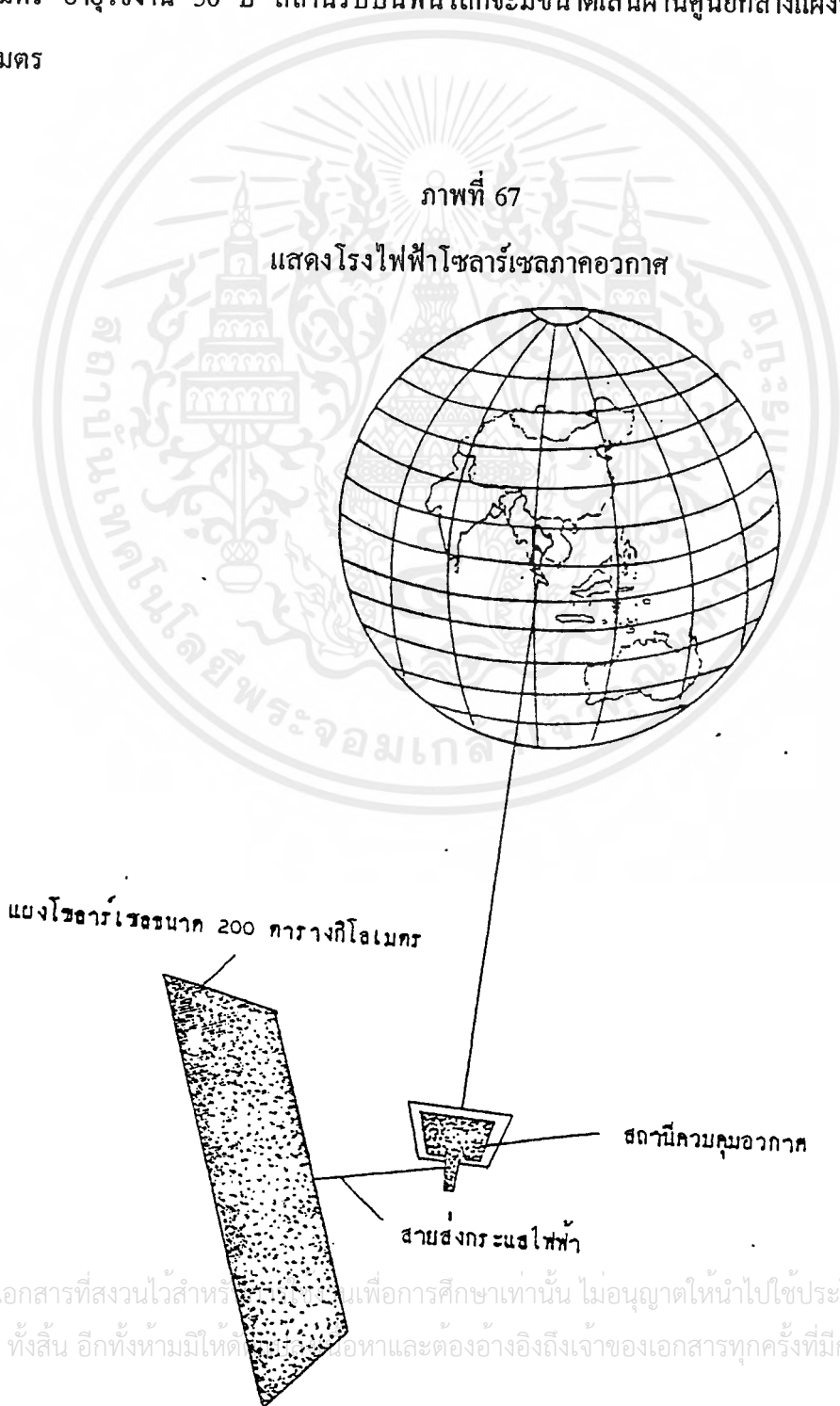
2.6.4 ใช้เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าสำหรับเครื่องสูบน้ำขนาดเล็กในชนบท

2.6.5 ใช้เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าสำหรับอัดไฟให้เข้ากับแบตเตอรี่ สำหรับประชาชนในชนบทเพื่อใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าประจำวัน เช่น โคมไฟฟ้า วิทยุ โทรทัศน์ เป็นต้น

2.6.6 ใช้เป็นโรงไฟฟ้าภาคอวกาศ ประเทศสหรัฐอเมริกาจะริเริ่มใช้สถานีอวกาศที่มีแผงโซลาร์เซลล์ไปโคจรในอวกาศ ณ ระดับความสูง 35680 กิโลเมตร จากผิวโลกที่นอกบรรยากาศนี้ จะมีความเข้มของแสงแดดมากกว่าที่บริเวณผิวโลกถึง 8 เท่าและได้รับแสงแดดตลอดเวลา 24 ชั่วโมง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสงโซลาร์เซลล์ดังกล่าวจะโคจรไปด้วยความเร็วเท่าพื้นผิวโลก กระแสไฟฟ้าตรงที่ได้จากแสงโซลาร์เซลล์จะถูกเปลี่ยนรูปเป็นไมโครเวฟ (microwave) จากนั้นจะยิงลงมายังแผงรับที่สถานีบนพื้นโลก แล้วไมโครเวฟนี้ก็จะถูกเปลี่ยนกลับมาเป็นกระแสไฟฟ้าอีกครั้งหนึ่ง

โรงไฟฟ้าลักษณะนี้คาดว่าจะควรมีกำลังผลิต 10 - 15 ล้านกิโลวัตต์ ต่อหนึ่งสถานี อวกาศ และมีน้ำหนักทั้งหมดประมาณ 60 - 80 ล้านกิโลกรัม แสงโซลาร์เซลล์ประมาณ 200 ตารางกิโลเมตร อายุใช้งาน 30 ปี สถานีรับบนพื้นโลกจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแผงรับประมาณ 7 กิโลเมตร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ... เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้... และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ราคาของเซลล์แสงอาทิตย์

ราคาค่าต้นทุนการผลิตของเซลล์แสงอาทิตย์มีแนวโน้มที่จะลดลงดังแสดงในรูปที่ 7.3



รูปที่ 7.3 แสดงราคาค่าต้นทุนการผลิตของเซลล์แสงอาทิตย์

ราคาของเซลล์แสงอาทิตย์ในปี ค.ศ. 1975 ประมาณ 2000 บาทต่อวัตต์ แต่ในปี ค.ศ. 1981 ลดลงมาเหลือเพียง 200 บาทต่อวัตต์ และขนาดของเซลล์แสงอาทิตย์ใหญ่ขึ้นด้วย คาดว่าในปี ค.ศ. 1983 จะลดลงเหลือเพียง 56 บาทต่อวัตต์ และในปี ค.ศ. 1986 จะเหลือเพียง 15 บาทต่อวัตต์ การพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ขึ้นจะเป็นการลดต้นทุนการผลิตได้วิธีหนึ่ง

2.8 การประยุกต์ใช้งาน

เมื่อนำเซลล์แสงอาทิตย์หลาย ๆ อันมาประกอบกันเข้าเป็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์แล้ว ก่อนที่จะใช้งานต้องนำไปทดสอบสมรรถนะก่อนซึ่งอาจจะทดสอบได้ด้วยแสงอาทิตย์จริงหรือแสงอาทิตย์เทียมที่สร้างขึ้นในห้องปฏิบัติการวิจัย ในการใช้งานของระบบโฟโตโวลตาอิกนั้น ถ้าจะให้ดีแล้วจะต้องควบคุมให้ระบบทำงานที่ maximum power point ตลอดเวลา แต่เนื่องจาก maximum power point นี้ จะเปลี่ยนแปลงไปตามความเข้มของแสงอาทิตย์ ดังนั้นถ้าจะให้ระบบทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานที่ maximum power point ตลอดเวลาต้องมี maximum power tracker ซึ่งเป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีราคาแพง การใช้อุปกรณ์ชนิดนี้ในระบบโฟโตโวลตาอิก ต้องคิดว่าคุ้มค่าในการลงทุนเพียงใด

การประยุกต์ใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์บนพื้นโลกมีการใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ กัน การผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ในชนบทที่ห่างไกล ใช้ในการสูบน้ำในขนาดเล็ก ใช้กับเครื่องมือสื่อสารที่อยู่ในท้องถิ่นทุรกันดาร ไฟสัญญาณของประกาศารในทะเล ตลอดจนการป้องกันการฟุกร่อนของท่อส่งน้ำมัน เหล่านี้เป็นต้น

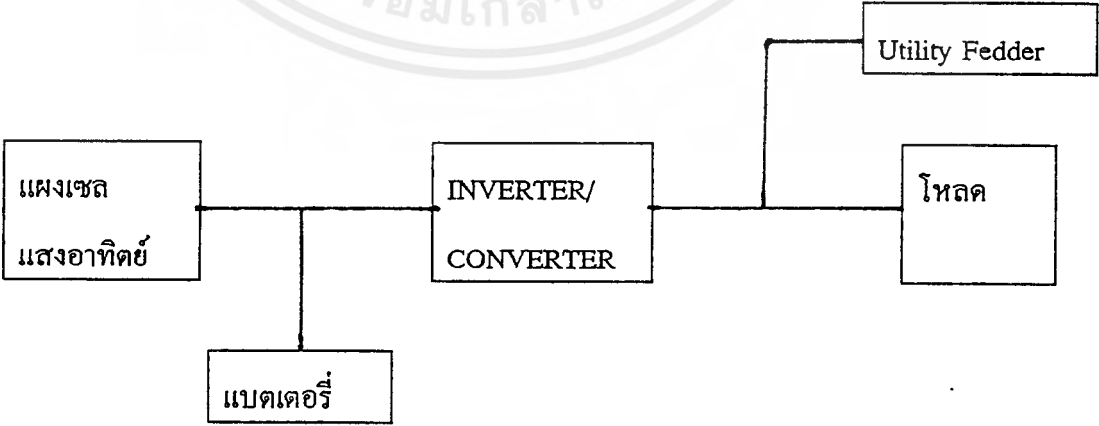
การประยุกต์ใช้งานของระบบโฟโตโวลตาอิก

1. ระบบโฟโตโวลตาอิก

ระบบโฟโตโวลตาอิก สามารถออกแบบให้ใช้งานได้ทั้งในสถานที่ซึ่งไม่มีแหล่งพลังงานไฟฟ้าอื่น ๆ เช่น บนภูเขาสูง ๆ ในทะเล ในชนบทที่ห่างไกลความเจริญ เป็นต้น และยังสามารถใช้ได้กับสถานที่ซึ่งมีไฟฟ้าใช้อยู่แล้วโดยต่อเข้ากับระบบสายส่ง (utility feeder) ที่มีอยู่แล้ว ลักษณะของการออกแบบของระบบโฟโตโวลตาอิก แสดงดังรูป

ภาพที่ 68

แสดงองค์ประกอบของระบบโฟโตโวลตาอิก



องค์ประกอบที่สำคัญของระบบโฟโตโวลตาอิกมีดังนี้

1.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (solar arrays) การออกแบบขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องคำนึงถึงขนาดของโหลด ที่ใช้และปริมาณของแสงอาทิตย์ ณ สถานที่ติดตั้งระบบ

1.2 Blocking diode ทำหน้าที่กั้นมิให้กระแสไฟฟ้าที่เก็บสะสมไว้จากแบตเตอรี่ไหลกลับสู่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ในกรณีที่ไม่มีแสง เพราะถ้าไม่มี blocking ไดโอดนี้กั้นไว้แล้ว อาจทำให้เกิดความเสียหายกับเซลล์แสงอาทิตย์ได้

1.3 แบตเตอรี่ ทำหน้าที่เก็บสะสมกำลังไฟฟ้าที่เกิดจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในกรณีของระบบโฟโตโวลตาอิกขนาดเล็กมักใช้แบตเตอรี่แห้งนิเกิล-แคดเมียม ถ้าเป็นระบบโตมักใช้แบตเตอรี่ Lead-acid

1.4 inverter/converter ทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าตรงจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์หรือแบตเตอรี่เป็นกระแสไฟฟ้าสลับที่มีความถี่และเฟสที่เหมาะสมที่จะต่อเข้ากับ utility feeder

2. การต่อเซลล์แสงอาทิตย์

การนำเซลล์แสงอาทิตย์ไปใช้งานที่เหมาะสมกับโหลดนั้น จำเป็นต้องนำเซลล์แสงอาทิตย์มาต่ออนุกรมเพื่อให้ได้แรงดันไฟฟ้าตามต้องการและต่อขนานเพื่อให้ได้กระแสไฟฟ้าตามต้องการ ทั้งนี้เพราะเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละตัวมีแรงดันไฟฟ้าน้อย (ประมาณ 0.5 V สำหรับเซลล์ที่ทำจากซิลิกอน) แสดงการต่อเซลล์แสงอาทิตย์ อนุกรม ขนาน และแบบผสม เป็นการต่อเซลล์แบบอนุกรมเพื่อให้ได้แรงดันไฟฟ้าตามต้องการ แล้วจึงนำไปต่อขนานเพื่อให้ได้กระแสไฟฟ้าตามต้องการ สำหรับการเป็นการต่อเซลล์แบบขนานก่อนแล้วจึงนำไปต่อแบบอนุกรมทีหลัง ในทางอุดมคติแล้วการต่อเซลล์ทั้ง 2 แบบนี้จะให้ผลลัพธ์ที่เหมือนกันแต่ถ้ามีเซลล์ใดเซลล์หนึ่งเกิดผิดปกติขึ้นเช่น เกิดลัดวงจร หรือวงจรเปิด การต่อเซลล์ทั้งสองแบบนี้จะให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน ถ้าต่อเซลล์แบบ ข. แล้วเกิดมีเซลล์ตัวหนึ่งวงจรเปิด กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ของเซลล์ทั้งแถวที่ต่อกับเซลล์ตัวนี้จะสูญเสียไป แต่ถ้าเป็นการต่อเซลล์แบบ ก. แล้ว จะไม่สูญเสียกำลังไฟฟ้าไปทั้งแถว อีกกรณีหนึ่ง ถ้าเซลล์นั้นเกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

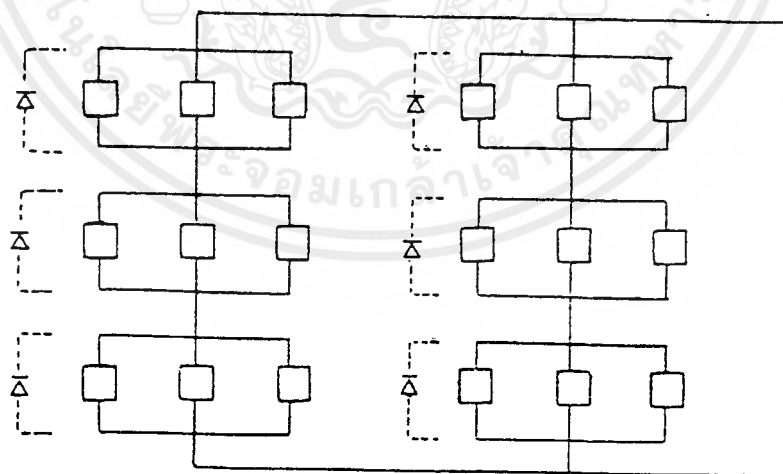
ลัดวงจร สำหรับการต่อเซลล์แบบอนุกรมจะไม่มีผลเท่าใดนัก แต่การต่อเซลล์แบบขนานนั้น เซลล์อื่น ๆ ที่เหลือจะป้อนกระแสไฟฟ้าแก่เซลล์ที่เกิดลัดวงจรนั้น เพื่อป้องกันการผิดพลาดดังกล่าวนี้จึงใช้ by-pass ไดโอดต่อคร่อมตัวเซลล์ไว้ดังรูป โดยทั่ว ๆ ไปแล้วนิยมต่อเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสม และมักจะออกแบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ มีลักษณะเป็นแผง (module) ขนาดเล็กที่มีกำลังไฟฟ้าที่แน่นอนหลาย ๆ อันต่อไว้ โดยที่แต่ละชุดจะมี blocking ไดโอดต่อไว้ด้วย

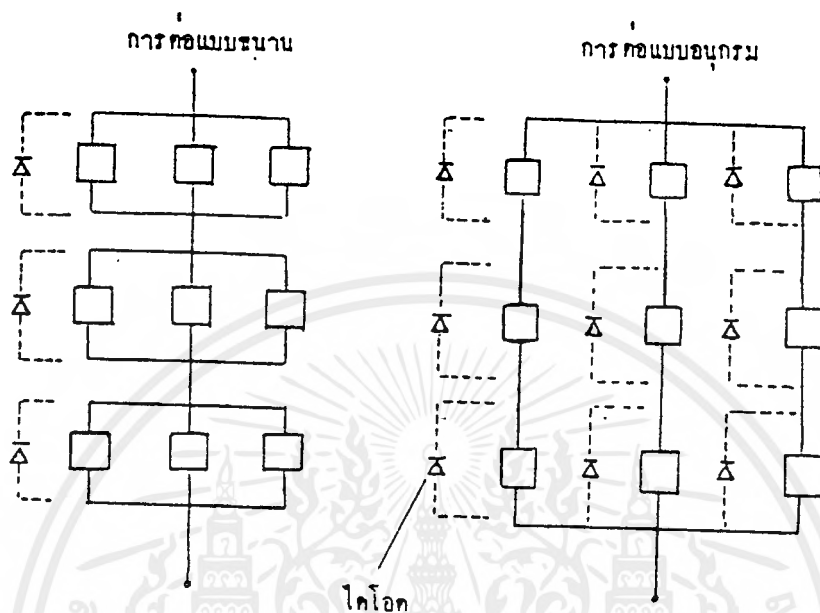
การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องเลือกสถานที่ซึ่งไม่เกิดเงาได้ง่าย เพราะจะทำให้เกิดการบังเงา (shading) บนตัวเซลล์ ทำให้เกิดจุดร้อน (hot spot) ขึ้นในแผงของเซลล์ อันเนื่องจากการป้อนกลับของกำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ไม่ถูกบังเงาต่อเซลล์ที่เกิดการบังเงาการใช้ by-pass ไดโอดตกคร่อมตัวเซลล์จะช่วยลดความเสียหายที่เกิดขึ้นจากจุดร้อนได้ เพราะกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ไม่ถูกบังเงาจะไหลผ่านไดโอดตัวนี้แทนการไหลผ่านเซลล์ที่ถูกบังเงานั้น

ภาพที่ 69

แสดงระบบการต่อแผงโซลาร์เซลล์พร้อมกับชันจ์ไดโอด (shunt diode)

การ ทอแบบผสม





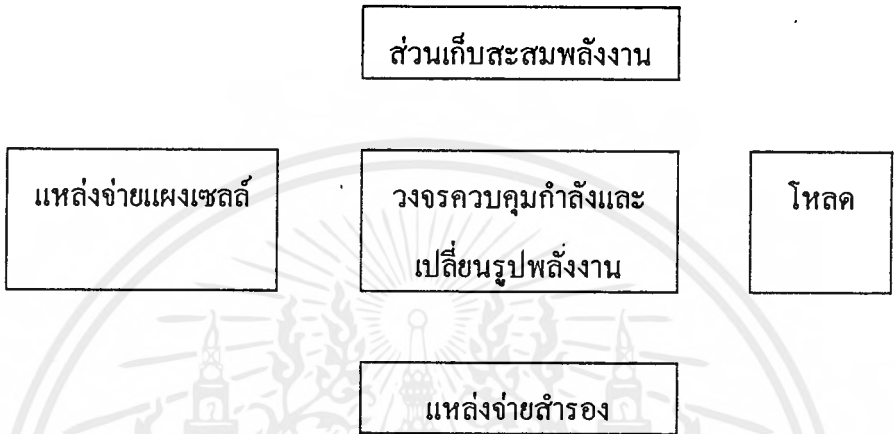
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอุปกรณ์ร่วมในระบบแสงอาทิตย์

พลังงานจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ในลักษณะที่ถือเป็นระบบก่อนที่จะแจกจ่ายให้กับโหลดมักจะผ่านกระบวนการและอุปกรณ์ร่วมต่าง ๆ เพื่อจัดรูปแบบของพลังงานให้เหมาะสม และมีการเก็บพลังงานบางส่วนสะสมเอาไว้ เพื่อที่จะจ่ายให้กับโหลดในภาวะที่เซลล์ไม่สามารถจะจ่ายพลังงานไว้ (หรือไม่ได้รับแสง) การสะสมพลังงานสำหรับระบบของเซลล์แสงอาทิตย์นั้น มีหลายรูปแบบแล้วแต่ขนาดของระบบ โดยทั่ว ๆ ไปแล้วไม่ว่าระบบขนาดเล็กขนาดกลางและขนาดใหญ่ มักจะใช้แบตเตอรี่ในการสะสมพลังงาน เพราะมีข้อดีและข้อได้เปรียบหลาย ๆ อย่างดังจะได้กล่าวในรายละเอียดต่อไป อนึ่งเป็นที่ทราบกันดีแล้วว่ากระแสและแรงดันจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์นั้น จะอยู่ในลักษณะของการกระแสดตรง โหลดโดยทั่วไปใช้กับกระแสไฟฟ้าสลับไม่สามารถจะนำมาใช้งานร่วมกันได้ อุปกรณ์ร่วมอีกอย่างหนึ่งที่มีมักจะจำเป็นเสมอในระบบของเซลล์แสงอาทิตย์ก็คือ อุปกรณ์เปลี่ยนกระแสไฟตรงเป็นกระแสไฟฟ้าสลับ อินเวอร์เตอร์ (INVERTER) รูปที่ 2.3 จะแสดงบล็อกไดอะแกรมของระบบจ่ายพลังงาน ซึ่งใช้เซลล์แสงอาทิตย์เป็นหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 70

แผนภูมิแสดงระบบการจ่ายและสะสมพลังงาน โดยใช้ระบบเซลล์แสงอาทิตย์
เป็นแหล่งจ่ายพลังงานหลัก



ในบทนี้จะได้กล่าวในรายละเอียดของอุปกรณ์ร่วมในระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งจะเน้นในลักษณะของระบบที่ทำหน้าที่ในการจ่ายพลังงานกับโหลด อย่างเดียว (STAND ALONE UNIT) ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับ ส่วนเก็บสะสมพลังงาน, วงจรเรกกูเลเตอร์, และอินเวอร์เตอร์ เป็นต้น

1. ส่วนเก็บพลังงานสะสม

จากบทต้น ๆ เราทราบกันเป็นอย่างดีแล้วว่า เซลล์แสงอาทิตย์จะจ่ายพลังงานได้ก็เพราะเมื่อได้รับแสงเท่านั้น ซึ่งก็หมายความว่า ถ้าหากไม่มีส่วนเก็บพลังงานสำรองไว้ใช้แล้วเวลากลางคืนหรือวันที่ฝนตก เราก็ไม่สามารถที่จะใช้พลังงานได้ รูปแบบของการเก็บสะสมพลังงานนั้นมีมากมายหลายวิธีการ แต่วิธีที่ได้ความนิยมมากในปัจจุบันนี้สำหรับระบบที่ไม่เกิน 500 ก็คือการใช้แบตเตอรี่ในการเก็บสะสมพลังงานในช่วงกลางวันแบตเตอรี่จะถูกประจุ (ชาร์จ) ด้วย กระแสและแรงดันจากเซลล์แสงอาทิตย์ และเมื่อเซลล์ไม่สามารถที่จะจ่ายพลังงานได้แบตเตอรี่ก็จะจ่ายพลังงานออกมาแทน

2. แบตเตอรี่

แบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์กำเนิดไฟฟ้าจากปฏิกิริยาทางเคมีซึ่งหน่วยย่อยของแบตเตอรี่จะเรียกว่าเซลล์เหมือนกัน การต่อเพื่อให้ได้กระแสและแรงดันที่สูงขึ้นก็จะต้องมีการต่อเซลล์ในรูปแบบของการขนานหรืออนุกรมกัน ซึ่งปกติจะเป็น 12 โวลต์ หรือ 24 โวลต์ และบางระบบอาจจะถึง 250 โวลต์ เป็นต้น การจำแนกเซลล์อาจแบ่งออกเป็นเซลล์ปฐมภูมิ (แบบที่ใช้แล้วไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก) และแบบทุติยภูมิ (สามารถที่จะกลับมาใช้ใหม่ได้โดยการชาร์จใหม่)

2.1 โครงสร้างของแบตเตอรี่

เซลล์แต่ละเซลล์ จะมี 3 ส่วนที่สำคัญคือ ขั้วบวก, ขั้วลบ และสารละลายนำไฟฟ้า (ELECTROLYTE) ซึ่งอาจจะเป็นของเหลวหรือครีมก็ได้ ขั้วไฟฟ้าจะเป็นลักษณะของเพลทโลหะแยกจากกัน กระแสไฟฟ้าไหลจากขั้วหนึ่งผ่านสารละลายไปสู่อีกขั้วหนึ่งและผ่านโหลด และไหลกลับเข้าสู่แบตเตอรี่จึงครบวงจร ปกติแล้วในการระบุกำลังเอาต์พุตของแบตเตอรี่จะระบุในหน่วยของค่าคงที่กระแสเวลา (A.h) ซึ่งมักจะใช้ฐานปกติคือ 8 ชั่วโมง เช่นแบตเตอรี่ขนาด 160 A.h ก็หมายความว่า สามารถจะจ่ายกระแสได้ 20 แอมป์อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 8 ชั่วโมง แต่ถ้าหากใช้แบตเตอรี่ดังกล่าวนี้ จ่ายกระแสมากกว่าหรือน้อยกว่า 20 แอมป์แปร ค่าความจุก็จะเปลี่ยนแปลงไป จะน้อยกว่า 160 A.h หรือมากกว่า 160 A.h เป็นต้น อย่างไรก็ตามในการระบุความจุของแบตเตอรี่ไม่จำเป็นต้องใช้ฐาน 8 ชั่วโมง เสมอไปก็ได้ ในการประจุแบตเตอรี่หรือชาร์จแบตเตอรี่นั้น จะทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับกับในขณะที่แบตเตอรี่จ่ายพลังงานซึ่งทำโดยการป้อนไฟฟ้าเข้าที่ขั้วและปล่อยกระแสเข้าไปพลังงานก็จะไปสะสมอยู่ในลักษณะของสารเคมีใหม่ในทางทฤษฎีแล้วประจุที่เข้าไปสะสม ถ้าหากไม่ได้รับการใช้งานก็ไม่ควรจะหายไปไหน แต่ในความเป็นจริงแล้วแบตเตอรี่จะจ่ายประจุออกมาได้ เรียกว่า “SELF DISCHARGE” ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของแบตเตอรี่และสภาพแวดล้อม

2.2 แบตเตอรี่ซึ่งใช้กรด

สารละลายในแบตเตอรี่นั้น จะต้องสามารถที่จะแตกตัวเป็นประจุได้ (เพื่อเป็นกระแส) ซึ่งในทางปฏิบัติก็คือกรด (ACID) หรือด่าง (ALKALINE) พวกที่ใช้กรดจะมีเพลทหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้วไฟฟ้าเป็นตะกั่วเสมอ แต่เนื่องจากตะกั่วเป็นโลหะที่อ่อน ตะกั่วอัลลอยจึงได้มีการพัฒนาขึ้น เช่น การใช้ตะกั่ว 94% และพลวง 6% หรือในปี 1930 ได้มีการพัฒนาโดยใช้ตะกั่วและแคดเมียม 0.05% ซึ่งทั้ง 2 ชนิดนี้จะต้องใช้สารละลายเจือจางของกรดซัลฟริกเป็นอิเล็กโทรไลต์ แต่เนื่องจากการใช้ตะกั่ว-พลวงเป็นขั้วไฟฟ้านั้นทำให้แบตเตอรี่มีการสูญเสียโดยธรรมชาติ (SELF DISCHARGE) ที่สูงกว่าการใช้งานจึงจำเป็นต้องมีการชาร์จเพิ่ม (EQUALIZATION) อย่างสม่ำเสมอ

2.3 แบตเตอรี่ซึ่งใช้ต่าง

แบตเตอรี่ซึ่งใช้ต่างนั้นที่พบเห็นกันบ่อยที่สุดคือ นิเกิล-แคดเมียมซึ่งใช้เพทรีโอนิเกิลและแคดเมียม ส่วนอิเล็กโทรไลต์ที่ใช้คือ แมกนีเซียมไฮดรอกไซด์

2.4 ข้อพิจารณาในการใช้งานแบตเตอรี่

ข้อพิจารณาอันดับแรกในการใช้งานแบตเตอรี่ ก็คืออุณหภูมิเพราะอุณหภูมิมีผลโดยตรงกับความหนืดของอิเล็กโทรไลต์ที่ใช้ ซึ่งการกำหนดอุณหภูมิใช้งานของแบตเตอรี่จะใช้หลักการเฉลี่ย 24 ชั่วโมง รูปที่ 2.4 จะแสดงคุณสมบัติของแบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว-แคดเมียมกับอุณหภูมิที่ใช้งาน โดยถือว่าที่อุณหภูมิ 77 F(25 C) คุณสมบัติต่าง ๆ เป็น 100% จะเห็นว่าถ้าหากอุณหภูมิที่ใช้งานสูงขึ้น กระแสในการชาร์จ, ปริมาณแก๊ส, และการเติมน้ำจะต้องเพิ่มขึ้นในขณะที่อายุการใช้งานของแบตเตอรี่จะต่ำลง

2.5 คุณสมบัติในการจ่ายกระแสของ

คุณลักษณะที่สำคัญประการหนึ่งของแบตเตอรี่

จ่ายออกมาได้ซึ่งกำหนดได้โดยแรงดันแรกเริ่มและแรงดันแรงดันต่ำที่สุดที่ยอมรับได้ในขณะที่เซลล์ยังคงจ่ายกระแสอยู่ แรงดันแรงเริ่มจะมีค่าประมาณ 2.0 และ 1.2 โวลต์/เซลล์สำหรับลิธ-แอซิดและนิเกิลแคดเมียมส่วนแรงดันสุดท้ายนั้นจะยอมรับให้มีค่าประมาณ 1.75 และ 1.0 โวลต์/เซลล์ของแบตเตอรี่แต่ละชนิดตามลำดับ

2.6 อัตราในการจ่ายกระแส

ดังที่ได้กล่าวไปข้างแล้วในตอนต้น ความจุของแบตเตอรี่ขึ้นนั้นจะบอกหน่วยของ Ah (แอมป์-ชั่วโมง) โดยใช้มาตรฐาน 8 ชั่วโมงเป็นหลัก ซึ่งถ้าหากว่าไม่ทราบว่าจะใช้ฐานอะไรเป็นหลักแล้ว การรู้ความจุของแบตเตอรี่ก็ดูเหมือนจะไม่มีประโยชน์อะไรเท่าไรเลย คำอีกคำหนึ่ง ที่มักจะใช้อยู่เสมอในการแบตเตอรี่ก็คือ “C RATE” หรือ CAPACITY RATE เป็นแบตเตอรี่ขนาด 120 A.h การจ่ายกระแส 120/8 หรือ 15 แอมป์/ชั่วโมง นั่นก็คือว่าคือ 1 C หรือถ้าจ่ายให้ 30 แอมป์ก็หมายถึง 2 C เป็นต้น อีกประการหนึ่งตัวเลข 120 A.h ที่กล่าวไปแล้วนั้นเป็นความจุของแบตเตอรี่ เมื่อใช้จ่ายกระแสนาน 8 ชั่วโมง ถ้าหากว่าการให้แบตเตอรี่จ่ายพลังงานให้หมดในเวลา ยิ่งเร็วเท่าไร ความจุของแบตเตอรี่ก็จะยิ่งลดลงมากขึ้น ซึ่งตารางที่ 10.1 จะแสดงถึงผลดังกล่าวนี้

ตารางที่ 16

แสดงความจุในการจ่ายกระแสของเซลล์ที่ใช้จ่ายกระแสในเวลาต่าง ๆ กัน

DISCHARGE TIME	LEAD ACID		NICKELCADMIUM	
	AMPERES	%OF8HR-RATING	AMPERES	%OF8HR-RATING
8 HOURS	15	100	15	100
3 HOURS	30.7	76.75	39.9	99.3
1 HOURS	60	50	115	95.1
30 MIN.	88	36.5	195	81.2
10 MIN.	130	18	320	44.7
5 MIN.	148	10.3	380	26.3

2.7 การประจุแบตเตอรี่

ในหัวข้อที่แล้ว C RATE บอกถึงการจ่ายกระแสของแบตเตอรี่ได้ในทำนองเดียวกัน C RATE ก็สามารรถที่จะบอกถึงการประ (ชาร์จ) แบตเตอรี่ได้เช่นกัน เช่น แบตเตอรี่ขนาด 120 A.h ประจุ 1 หมายถึง ประจุด้วยกระแส 15 แอมป์นาน 8 ชั่วโมง หรือถ้าเป็น C/2 RATE ก็ประจุด้วยกระแส 7.5 แอมป์

การกำหนดอัตราการประจุ หรือกระแสประจุหรือกระแสประจุของแบตเตอรี่นั้น จะขึ้นอยู่กับว่าแบตเตอรี่จะสามารถทนกระแสชาร์จที่สูงได้เพียงไร ถ้าหากว่ากระแสสูงเกินไปทั้ง แบตเตอรี่ชนิดลีด-แอซิกหรือนิเคิล-แคดเมียมจะเสียเหมือนกันโดยเฉพาะในตอนทีประจุเกิน (OVER CHARGE) ก็จะทำให้เกิดแก๊สเนื่องจากอิเล็กโตรไลต์ จะทำให้น้ำแตกตัวเป็นไฮโดรเจน และออกซิเจนโดยความจริงแล้วการเกิดแก๊สเพียงเล็กน้อยจะเป็นสิ่งดีสำหรับลีด-แอซิก เพราะจะทำให้ไม่เกิดการตกเป็นชั้นของอิเล็กโตรไลต์ (STRATIFICATIN) เทคนิคอย่างหนึ่งในการที่ทำให้อายุการใช้งานแบตเตอรี่นานที่สุดนั้น การประจุแบตเตอรี่จะแยกเป็น 2 อัตรา คือการประจุอย่างรวดเร็ว และประจุอย่างช้า ในการประจุอย่างเร็วนี้สามารถที่จะประจุกระแสได้สูงประมาณ 5C (หรือต่ำกว่านี้ก็ได้) เมื่อแบตเตอรี่เต็มแล้ว (แรงดันในการชาร์จแรงดันโพลีท์และความถ่วงจำเพาะของอิเล็กโตรไลต์ของแบตเตอรี่ชนิดต่าง ๆ ในการชาร์จ

ตารางที่ 17

แรงดันในการชาร์จและความถ่วงจำเพาะของแบตเตอรี่ชนิดต่าง ๆ

CELL TYPE	CHARGE VOLTS
NICKEL CADMIUM	1.50 - 1.65
LEAD ANTIMONY	2.24 - 2.39
LEAD CALCIUM	2.38, 2.43, 2.50
2.38 FOR BATTRIES RATED AT 1.210 SPECIFIC GRAVITY	
2.43 FOR BATTRIES RATED AT 1.250 SPECIFIC GRAVITY	
2.50 FOR BATTRIES RATED AT 1.300 SPECIFIC GRABITY	

BETTERY TYPE	NOCAINAL VOLTAGE	HIGH CHARGE RANGE	FLOAT RANGE	SPEDIFIC GRAVITY
NICKEL		1.50-	1.40-	1.1880-
CADMIUM	1.2	1.65	1.42	0.020
LEAD		2.33-	2.15-	
ANTIMONY	2.0	2.39	2.17	1.210+
LEAK		2.33	2.20	
CALCIUM	2.0	2.39	2.25	1.210+
* VARIN IN PROPORTION TO CHARGE STATE				

2.8 แบตเตอรี่อื่น ๆ

ส่วนเก็บสะสมพลังงานซึ่งใช้แบตเตอรี่นั้น ลีด-แอซิกจะเป็นชนิดที่ใช้กันแพร่หลายมากที่สุด แต่เนื่องจากแบตเตอรี่ชนิดดังกล่าวนี้ เป็นแบตเตอรี่ที่มีขนาดใหญ่และราคา/วัตต์มีค่าสูง ได้มีการศึกษาและพัฒนาโดยใช้วัสดุคิบบอย่างอื่นซึ่งแสดงในตารางนี้

ตารางที่ 18

แบตเตอรี่ชนิดต่าง ๆ ที่มีการพัฒนาใช้ในการเก็บพลังงาน

ADBANCED BATTERY	ACTIVE MIERIALES COST S/k Wh	CELL ENERGY DENSITY Wh/Kg	DEMONTTAIED BATTERY SIZE kWh
LEAD-ACID	8.5	25	LARGE
SODIUM-SULFUR	0.5	150	100
ZINC-CHLORINE	0.85	100	50
ZINC-BROMIAC	1.7	90	80
LRON REDOX	1.0	85	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

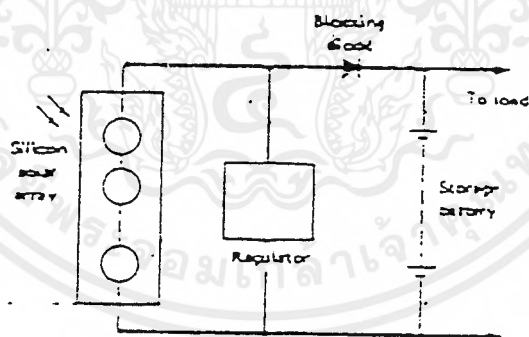
โซเดียม-ซัลเฟอร์หรือเรียกว่าแบตเตอรี่ เพราะใช้เบต้าอลูมินาเป็นอิเล็กโตรไลต์โดยใช้ช่วงจ่ายพลังงานทั้งโซเดียมและซัลเฟอร์ จะรวมตัวกันเป็นโซเดียมโพลีซัลไฟด์ ข้อดีของแบตเตอรี่ชนิดนี้ก็คือจะใช้งานที่อุณหภูมิ 300-350 C ส่วนอีก 3 ชนิดที่เหลือนั้นกำลังอยู่ในช่วงวิจัย เพื่อจะให้ใช้งานได้ดีในทางการค้า

3. ข้อพิจารณาเกี่ยวกับแบตเตอรี่ในระบบการใช้งานเดี่ยว

ปกติแล้วในห้องที่ห่างไกลระบบของเซลล์แสงอาทิตย์ไม่สามารถจะใช้งานร่วมกันแหล่งจ่ายพลังงานสำรองได้ระบบจึงกลายเป็น “STAND ALONE UNIT” ไป ซึ่งจะแสดงตัวอย่างการใช้งานแผงเซลล์ในระบบเดี่ยว

ภาพที่ 71

แสดงวงจรตัวอย่างของเซลล์แสงอาทิตย์ ในระบบใช้งานเดี่ยว



ในการเลือกความจุของแบตเตอรี่นั้น จะต้องพิจารณาถึงสถานที่ใช้งาน, ฤดูกาล, และมุมที่ทำกับแสงอาทิตย์เป็นต้น เช่น ต้องการให้เก็บพลังงานได้พอสำหรับที่จะจ่ายโหลด 100 วัตต์ได้ 15 วัน อย่างต่อเนื่องโดยการให้แบตเตอรี่จ่ายพลังงานไปเพียง 25% (ยอมรับได้มากที่สุด 50 %) ของพลังงานเก็บสะสมการเลือกแบตเตอรี่จะหาได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 \text{ความต้องการของโหลด} &= 100 \times 24 \\
 &= 2400 \text{ Ah/วัน} \\
 \text{ความจุแบตเตอรี่} &= 200 \times 15 \\
 &= 3000 \text{ /Ah} \\
 \text{เมื่อค่าการจ่ายกระแสแค่} &25 \% \\
 \text{ความจุแบตเตอรี่ที่ใช้} &= 3000 \times 1.25 \\
 &= 4000 \text{ x Ah}
 \end{aligned}$$

4. วงจรควบคุมกำลังและเปลี่ยนรูปพลังงาน

กำลังเอาต์พุตจากแผงเซลล์นี้จะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เนื่องจากคุณสมบัติของตัวเซลล์เอง เช่น กระแสจะเพิ่มมากขึ้น เมื่อความเข้มแสงเพิ่มขึ้นหรือแรงดันของเซลล์จะตกลงเมื่อตัวเซลล์ร้อนขึ้น เป็นต้น ดังนั้นจะเห็นได้ว่าจุดที่จะให้พลังงานสูงสุดเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา การที่จะทำให้สามารถดึงกำลังจากตำแหน่งพลังงานสูงสุดของเซลล์แสงอาทิตย์ได้ จะต้องใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งออกแบบเป็นพิเศษที่เรียกว่า “MP TRACKING”

อนึ่ง ในทำนองเดียวกันถ้าหากแรงดันที่จ่ายจากเซลล์มีค่าไม่คงที่ ในกรณีที่แรงดันของเซลล์ต่ำกว่าแรงดันแบตเตอรี่จะทำให้กระแสจากแบตเตอรี่ไหลกลับเข้าสู่เซลล์ได้ในตอนกลางคืน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมี “BLOCKING DIODE” ซึ่งจะเป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่จะทำหน้าที่บังคับให้กระแสไหลในทิศทางเดียว คือไหลออกจากเซลล์เท่านั้นสิ่งที่ต้องระวังอีกอย่างหนึ่งในการประจุแบตเตอรี่ก็คือการประจุด้วยแรงดันเกิน (OVER CHARGE) ซึ่งจะทำให้แบตเตอรี่เสียหายได้ วงจรที่ทำหน้าที่ในการควบคุมแรงดันเพื่อประจุแบตเตอรี่นี้เรียกว่า เรกกูเลเตอร์จากแบตเตอรี่ในบางครั้งสามารถที่จะจ่ายกำลังให้กับโหลดได้เลย ถ้าหากโหลดต้องการกระแสไฟตรง ในกรณีของระบบใหญ่ ๆ จะต้องแปลงไฟตรงให้กลายเป็นไฟสลับขนาดความถี่ 50-60 เฮิร์ตซึ่งใช้กันทั่วไปในกรณีเช่นนี้อิเวอร์เตอร์จะถูกนำมาใช้ซึ่งอินเวอร์เตอร์เองก็มีหลายขนาดกำลัง และหลายวิธีการเช่น

ในระบบใหญ่มาก ๆ จะต้องใช้ระบบไฟเป็น 3 เฟส อินเวอร์เตอร์ที่ใช้ก็ต้องเป็นแบบ 3 เฟส เช่นกัน ซึ่งระบบที่ใหญ่จะยุ่งยากและซับซ้อนยิ่งขึ้น

5. วงจรประจุไฟฟ้าให้แบตเตอรี่ในรูปแบบหนึ่ง

5.1 หลักการทำงาน

วงจรนี้เป็นวงจรเครื่องอัดแบตเตอรี่นิกเกิล-แคดเมียมซึ่งใช้ IC เบอร์ 555 เป็นอุปกรณ์สำคัญทำให้วงจรนี้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและอัตโนมัติ

หากต้องการทราบว่าแบตเตอรี่ถูกอัดเต็มหรือยังทำได้โดยการวัดแรงดันของแบตเตอรี่ แต่วิธีนี้จะถูกต้องก็ต่อเมื่ออุณหภูมิของแบตเตอรี่คงที่เมื่อไฟเต็ม ดังนั้นจึงแก้ไขโดยติด D5 ไว้ใกล้กับแบตเตอรี่เพื่อชดเชยทางการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของแบตเตอรี่อย่างไรก็ตามถ้าอุณหภูมิของห้องเปลี่ยนแปลงไปมาก ก็อาจต้องปรับ P1 ช่วยด้วย IC เบอร์ 555 มีขาสัญญาณอินพุตอยู่ 2 ขา ขา 6 จะทำให้สัญญาณออก (ขา 3) เป็น “0” ถ้าแรงดันที่ขา 1 มากกว่าแรงดันที่ขา 5 ซึ่งถูกกำหนดโดยซีเนอร์ไดโอด D5 อีกขาหนึ่งคือขา 2 สัญญาณอินพุตที่ขา 1 จะทำให้ขา 3 กลับมีแรงดันสูงอีกครั้งถ้าแรงดันที่ขา 2 นี้ลดลงเกินครึ่งหนึ่งของแรงดันซีเนอร์ แรงดันของแบตเตอรี่ที่จะทำให้เครื่องประจุนี้ทำงานและหยุด สามารถปรับได้ที่ P1 และ P2 ตามลำดับอย่างไรก็ดีแม้วงจรจะหยุดทำงาน แบตเตอรี่ก็จะถูกประจุด้วยกระแสต่ำ ๆ ตลอดเวลา ทั้งนี้เพื่อชดเชยการสูญเสียเนื่องจากการรั่วของกระแสภายในตัวแบตเตอรี่เอง D3 และ D4 เป็น LED ที่ใช้แสดงว่าเครื่องประจุนี้กำลังทำงานหรือไม่ วิธีการปรับเครื่องสำหรับการประจุไฟกับแบตเตอรี่แบบต่าง ๆ มีดังนี้ P1 สำหรับปรับแรงดันสูงสุดที่จะหยุดการประจุ (สำหรับ P2 นั้นปรับครั้งแรกครั้งเดียวก็เพียงพอแล้ว) กระแสขณะประจุกำหนดโดย R2 ซึ่งหาได้จาก

$$R2 = 16\text{-V แบตเตอรี่}$$

$$1x \text{ it}06$$

ควรระวังว่ากระแสที่ประจุต้องไม่เกิน 200 mA เพราะ IC จะทนไม่ได้กระแสที่จะประจุขณะที่วงจรหยุดเพื่อรักษาแบตเตอรี่ให้เต็มอยู่เสมอกำหนดได้ด้วยค่า R1

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับระบบควบคุมการทำงาน

1. สวิตช์ (SWITCH)

สวิตช์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ เปิด-ปิด ทางเดินไฟฟ้าโดยจะทำหน้าที่ตัดและต่อสายให้ขาดจากกันจากการรวบรวมข้อมูลทำให้ผู้วิจัยสามารถแยกสวิตช์ได้ดังนี้คือ

1.1 สวิตช์ธรรมดาชั่วคราวเดียว

สวิตช์ธรรมดาเป็นสวิตช์ที่นำมาใช้ในการตัด-ต่อ ทางเดินไฟฟ้าที่ใช้ในอาคาร บ้านเรือนและอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยทั่วไป ลักษณะการใช้งานในการเปิด-ปิดทำได้โดยการใช้นิ้วมือกดให้กลไกของสวิตช์พลิกไปอีกทางหนึ่ง ก็จะเป็นการต่อทางเดินไฟฟ้าและหากจะทำการปิดก็ให้พลิกกลับมาในตำแหน่งเดิมก่อนการเปิด

1.2 สวิตช์กดตั้ง (PUSH BUTTON)

สวิตช์กดตั้งมี 3 แบบ คือ

1. แบบกดต่อ ปลดปล่อยขาด
2. แบบกดขาด ปลดปล่อยต่อ
3. แบบกดครั้งแรกต่อ กดอีกทีขาด

1.3 สวิตช์เลื่อน (SLIDE SWITCH)

สวิตช์เลื่อน แบ่งตามขนาดของขามี 2 แบบ

1.3.1 สวิตช์ 3 ขา เป็นสวิตช์ชั่วคราวขาคู่ มีขากลางต่อกับขาหนึ่งและขาดกับอีกขาหนึ่ง เมื่อเลื่อนขากลางจะกลับไปต่อกับอีกขาหนึ่ง และขาดที่ขาที่เดิมต่ออยู่

1.3.2 สวิตช์ 6 ขา เป็นสวิตช์ชั่วคราวคู่มีลักษณะเป็นสวิตช์ 3 ขา 2 ตัว โดยใช้เลื่อนอันเดียวกัน

1.4 สวิตช์โยก (TOGGLE SWITCH)

สวิตช์โยกเป็นสวิตช์แบบเดียวกับสวิตช์เลื่อนแต่มีสปริงดึงให้ขั้วต่อหรือจากกันอย่างรวดเร็ว (SNAP ACTION) เพื่อลดการสึกกร่อนของขั้วต่อ

1.5 สวิตช์จิ๋ว (MICRO SWITCH) เป็นสวิตช์ที่เชื่อถือได้สูงสามารถทนแรงเคลื่อนและกระแสได้หลาย ๆ แอมแปร์ ส่วนสัมผัสที่เป็นตัวนำเคลือบด้วยทอง ทำให้เป็นทางเดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฟฟ้าที่ลักษณะสวิตช์จะทำงานโดยการกดเบา ๆ ที่คานของปุ่มเล็ก ๆ โดยปกติแล้วจะต้องมีกลไกเข้ามาประกอบเพื่อทำหน้าที่กดสวิตช์เพราะปุ่มกดเล็กเกินไปที่จะใช้มือกดได้สะดวก ไมโครสวิตช์นี้ มีหลายชนิดจำนวนขาที่ใช้งานจะมี 2-3 ขาขึ้นไป สวิตช์นี้ได้รับการออกแบบมาให้ใช้กับงานเฉพาะอย่างต่าง ๆ รูปร่างของไมโครสวิตช์มีแตกต่างกันไป ตามสถานการณ์ที่ใช้

1.6 สวิตช์หมุน (ROTARY SWITCH)

เป็นสวิตช์ที่ใช้ขั้วต่อติดบนแผ่นฉนวน เช่น แบคคาไลต์ที่ขั้วโยกจะมีขั้วต่อให้หมุนไปและกับขั้วต่อที่อยู่กับที่ มีหลายขั้วและมีทั้งแบบหลายชั้น

1.7 รีเลย์แม่เหล็กไฟฟ้า (ELECTROMAGNETIC RELAY)

สวิตช์นี้ใช้ไฟฟ้าทำงานโดยป้อนไฟฟ้าเข้าขดลวด เพื่อให้แกนเหล็กอ่อนเป็นแม่เหล็ก ดึงแผ่นเหล็กซึ่งติดกับขั้วต่อของไฟให้ต่อหรือขาดจากกัน

1.8 สวิตช์ลิ้น (REED SWITCH)

เป็นสวิตช์ที่ใช้ลิ้นโลหะเส้นหนึ่งเป็นแม่เหล็ก อีกลิ้นหนึ่งเป็นโลหะไม่เป็นแม่เหล็ก บรรจุภายในหลอดแก้วที่ใส่ก๊าซเฉื่อย เช่น ไนโตรเจน เพื่อลดการสันดาปทำให้ขั้วต่อสึกกร่อนช้าลง สวิตช์ลิ้นจะทำงานโดยสนามแม่เหล็ก เมื่อนำแม่เหล็กเข้าใกล้ สวิตช์จะต่อเมื่อเอาแม่เหล็กออกมาขั้วต่อจะขาดออกจากกัน สวิตช์ลิ้นจะใช้ได้กับไฟกระแสต่ำ

2. วงจรสวิตช์ทำงานด้วยแสง รูปแบบที่ 1

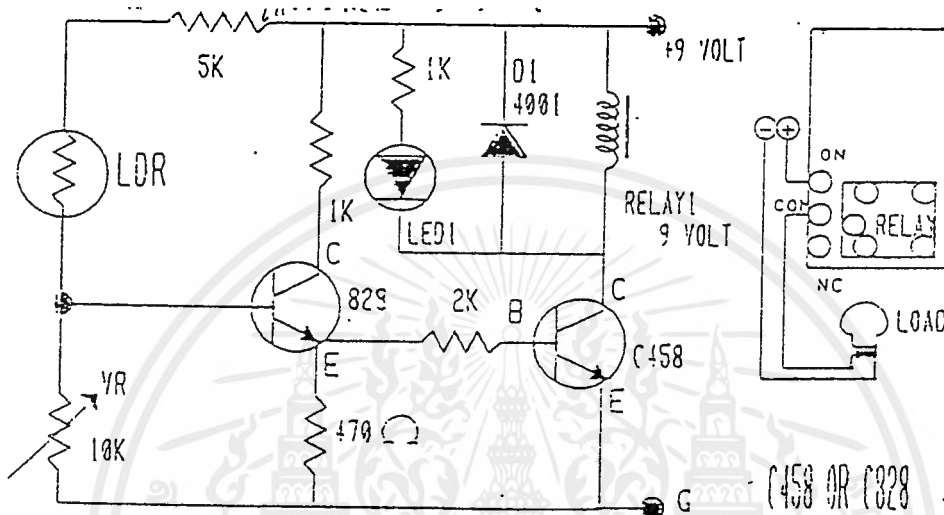
2.1 หลักการทำงาน

วงจรสวิตช์ทำงานด้วยแสงนี้เป็นวงจรที่ทำงานโดยการที่ TR เบอร์ 2 SC 828 เป็นตัวตรวจจ้งแสงที่มากกระทบตัว LDR เมื่อ LDR ได้รับแสงแรงไฟที่ขา E จะสูงขึ้นพร้อมกับขา B เมื่อสูงถึงระดับหนึ่งจะทำให้ TR2SC 458 นำกระแสรีเลย์ก็จะทำงานดูดหน้าสัมผัสตำแหน่ง COM ลงมาติดกับตำแหน่ง NO VR4.7 -5K จะเป็นตัวปรับความไววงจร LED จะติดสว่างเมื่อรีเลย์ทำงานเพื่อเป็นตัวบอกสถานะการเปิด-ปิด ของวงจร วงจรนี้ใช้ไฟ 9 โวลต์ R ทุกตัวใช้ค่า 1/4 WATT

2.2 ลักษณะของวงจร

ภาพที่ 73

แสดงลักษณะของวงจร



3. วงจรสวิตช์ทำงานด้วยแสง รูปแบบที่ 2

3.1 หลักการทำงาน

วงจรทำงานตามหลักการที่ว่ามาได้ต้องมีตัวรับรู้ว่ามีแสงหรือไม่เราจึงใช้ LRD (บางคนเรียกโฟโตเซลล์ ซึ่งอาจเกิดการเข้าใจผิดได้เพราะโฟโตเซลล์มี 2 อย่างคือแบบที่กำเนิดแรงดันตามปริมาณแสง และแบบเปลี่ยนค่าความต้านทานตามปริมาณแสง) ซึ่งเป็นตัวต้านทานที่มีค่าแปรตามแสง โดยในที่นี้มีแสงสว่างค่าความต้านทาน จะลดลงเหลือน้อยมาก บางทีอาจไม่ถึง 1 โอห์ม แต่ในที่มือสนิทความต้านทานจะเพิ่มขึ้นไปได้มากกว่า 20 เมกกะโอห์มเราต่อ LDR เข้ากับ Q1,R1 และ C1 ตามวงจรในรูปที่ 1 ดังนั้นถ้ามีแสงตกลงบน LDR เมื่อไรความต้านทานของ LDR จะลดลง ทำให้กระแสไหลผ่าน LDR ไปเข้าขาเบสของ Q1 มากขึ้นจน Q1 ทำงานเต็มที่แรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รังสีแสงอาทิตย์

1. รังสีตรงและรังสีกระจาย รังสีแสงอาทิตย์ประกอบด้วยรังสีสองประเภท คือ

1.1 รังสีตรง (beam radiation or direct radiation, D) เป็นรังสีที่แผ่มาจากดวงอาทิตย์โดยตรง มีทิศทางที่แน่นอน เราสามารถใช้อุปกรณ์ทัศนศาสตร์ กระทำการรวมแสง (focus) รังสีตรงนี้ได้ อุปกรณ์เหล่านี้ได้แก่ เลนส์ คอนเซนเตรเตอร์ เป็นต้น

1.2 รังสีกระจาย (diffuse or scattered radiation, d) เป็นรังสีที่ได้รับจากดวงอาทิตย์โดยการสะท้อนตลอดจนการกระจายของแสงเมื่อผ่านบรรยากาศ ทิศทางของการตกกระทบของรังสีกระจายที่จุดใดจุดหนึ่งย่อมไม่แน่นอน เราจึงไม่สามารถรวมรังสีกระจายเหล่านี้ให้อยู่ที่จุดเดียวได้

ผลรวมของรังสีตรงและรังสีกระจาย เรียกว่า รังสีรวม (total radiation or global radiation) รังสีรวมนี้จะมีค่าแตกต่างกันไปตามส่วนต่าง ๆ ของโลกและแต่ละค่าจะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา สำหรับประเทศไทยค่าเฉลี่ยสูงสุดต่อวันของค่ารังสีรวมมีค่าประมาณ 20 MJ/m^2 และโดยมากอยู่ในช่วงฤดูร้อน และค่าเฉลี่ยต่ำสุดมีค่าประมาณ 15 MJ/m^2 ในช่วงหน้าฝน ส่วนค่ารังสีกระจายมีค่าเฉลี่ยต่อวันประมาณ 8.4 MJ/m^2

2. ทิศทางของรังสีตรง (Direction of beam radiation)

ต่อไปนี้เป็นสูตรแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง รังสีตรงกับระนาบใด ๆ บนผิวโลกในเวลาใด ๆ นิยามของมุม

○ คือ เส้นรุ้ง (เหนือ)

○ คือ มุมเด็คคิเลชัน (declination)

s คือ มุมระหว่างแผ่นระนาบกับแนวระดับ (คือ ความเอียงของระนาบนั่นเอง)

γ คือ มุมอะซิมุทของผิวระนาบ หมายถึง มุมที่เส้นที่ตั้งฉากกับระนาบเพียงเบนออกไปจากเมอริเดียนท้องถิ่น

ถ้า $\gamma = 0$ แสดงว่าหันไปทางใต้

γ เป็นบวก แสดงว่าเบนไปทางตะวันออก

γ เป็นลบ แสดงว่าเบนไปทางตะวันตก

ω คือ มุมชั่วโมง (hour angle) มีค่าเป็นศูนย์เมื่อเวลาแสงอาทิตย์ (Solar noon)

แต่ละชั่วโมงเท่ากับ 15 องศาของเส้นแวง (longitude)

ω มีค่าเป็นบวกในเวลาเช้า เช่น 11.00 น. $\omega = +15^\circ$

ω มีค่าเป็นลบในเวลาบ่าย เช่น 14.30 น. $\omega = -37.5^\circ$

Θ คือ มุมตกกระทบของรังสีตรง เป็นมุมระหว่างรังสีตรงกับเส้นที่ตั้งฉากกับ

ระนาบมุมเตี๊ยกคณินชั้น สามารถคำนวณหาได้จากสูตรของ Cooper

(1969) เป็นค่าประมาณได้

$$\delta = 23.45 \sin \frac{360}{365} [284+n] \dots\dots\dots(3.1)$$

โดย n เป็นวันของปี เช่น วันที่ 14 กุมภาพันธ์ $n = 31+14 = 45$

สำหรับมุม Θ มีค่าความสัมพันธ์กับมุมอื่นดังนี้

$$\begin{aligned} \cos \Theta = & \sin \delta \sin \phi \cos s - \sin \delta \cos \phi \sin s \cos \gamma \\ & + \cos \delta \cos \phi \cos s \cos \omega + \cos \delta \sin \phi \sin s \cos \gamma \cos \omega \\ & + \cos \delta \sin s \sin \gamma \sin \omega \dots\dots\dots(3.2) \end{aligned}$$

ตัวอย่าง 3.1 จงคำนวณหามุมตกกระทบของรังสีตรงแสงรับแสงผ่านราบเอียงทำมุม 20 องศา กับแนวระดับโดยเบน (จากแนวเหนือใต้) ไปทางตะวันตกจากทิศใต้ 15 องศา ผ่านรับแสงนี้วางที่กรุงเทพฯ วันที่ 30 พฤศจิกายน 2526 เวลา 13.30 น.

วิธีทำ

กรุงเทพฯ มีตำแหน่งเส้นรุ้ง $O = 14$ องศา, $s = 20$, $\gamma = 15$

$$\omega = -15 - 7.5 = -22.5, \delta = 23.45 \sin [360. \frac{284+31+28+\dots+30}{365}]$$

365

$$= 21.97$$

จากสมการ (3.2) จะได้

$$\begin{aligned} \cos \Theta &= \sin(-21.97) \sin 14 \cos 20 - \sin(-21.97) \cos 14 \sin 20 \cos 15 \\ &\quad + \cos(-21.97) \cos 14 \cos 20 \cos(-22.5) \\ &\quad + \cos(-21.97) \cos 14 \sin 20 \cos 15 \cos(-22.5) \\ &\quad + \cos(-21.97) \sin 20 \sin 15 \sin(-22.5) \\ &= 0.87356 \end{aligned}$$

$$\Theta = 29.123 \text{ องศา}$$

ตอบ

3. Solar Altitude

ค่ามุมอีกสองมุมที่ใช้ประโยชน์กันมากก็คือ

Θ_z เป็นมุมซิมิท (Zenith angle) เป็นมุมระหว่างรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ทำกับแนวตั้ง

α เป็นมุมอลติจูดของดวงอาทิตย์ (Solar altitude) เป็นมุมระหว่างรังสีตรงของดวงอาทิตย์กับแนวระดับ มุมนี้มีค่าเท่ากับ $(90^\circ - \Theta_z)$

มุมทั้งสองนี้เกี่ยวข้องกับการออกแบบทางสถาปัตยกรรมและการจัดแสงสว่างสำหรับสิ่งก่อสร้างโดยเฉพาะอย่างยิ่งในอาคาร หรือสถานที่ติดตั้งอุปกรณ์แสงอาทิตย์

เราสามารถทำสมการ (3.2) ให้ง่ายขึ้นได้จากกรณีพิเศษบางอย่าง เช่น สำหรับตัวรับแสงแผ่นราบแบบติดตั้งอยู่กับที่และหันหน้าไปทางเส้นศูนย์สูตร ($\gamma = 0^\circ$) กรณีนี้เทอมสุดท้ายจะหายไป สำหรับผนังรับแสงแนวตั้ง $\delta = 90^\circ$ เทอมแรกกับเทอมที่สามจะหายไป และที่สำคัญสำหรับผิวระนาบในแนวระดับ $\delta = 0^\circ$ จะเหลือเทอมที่หนึ่งกับเทอมที่สามเท่านั้น กรณีนี้เราสามารถหามุมตกกระทบของรังสีตรงของดวงอาทิตย์ (คือ มุมซีกนิตของดวงอาทิตย์) ได้คือ

$$\cos \Theta_z = \sin \delta \sin \theta + \cos \delta \cos \theta \cos \omega \dots\dots\dots(3.3)$$

ตัวอย่างที่ 3.2 จงหามุมซีกนิตของพระอาทิตย์ที่กรุงเทพฯ เวลา 14.30 น. วันที่ 20 มิถุนายน

วิธีทำ

จากสมการ (3.1) หาเด็คคลิเนชันของดวงอาทิตย์ได้ $\delta = +23.44^\circ$

ที่กรุงเทพฯ มีเส้นรุ้ง $\phi = 14^\circ$ และมุมชั่วโมง $\omega = -37.5^\circ$ แทนใน (3.3)

$$\begin{aligned} \cos \Theta_z &= \sin 23.44 \sin 14 + \cos 23.44 \cos 14 \cos (-37.5) \\ &= 0.802 \end{aligned}$$

$$\therefore \text{Zenith angle } \Theta_z = 36.64^\circ \quad \text{ตอบ}$$

ความสัมพันธ์ที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งก็คือ มุมตกกระทบของรังสีตรงบนผิวระนาบที่วางเอียงไปทางใต้ (หรือเหนือ) s จะเป็นมุมเดียวกันกับมุมตกกระทบของรังสีตรงบนผิวระนาบที่วางในแนวระดับที่เส้นรุ้งเทียบ ขนาด $\phi - s$ รูป 3.1 และเขียนสมการได้เป็น

$$\cos \Theta_T = \cos (\phi - s) \cos \delta \cos \omega + \sin (\phi - s) \sin \delta \dots\dots\dots(3.4)$$

ที่ตำแหน่งเส้นรุ้งจากเดิม s องศา ถ้าต้องการให้มุมตกกระทบเท่าเดิม แผ่นระนาบต้องเอียงเพิ่มขึ้นเป็นมุม s จากแนวระดับ การวัดความเอียง s ให้วัดจากแนวระดับไปยังระนาบที่ต้องการ และ s จะเป็นบวกเมื่อวัดไปทางใต้

เราสามารถใช้สมการ (3.3) หามุมชั่วโมง (hour angle) ของการขึ้นของดวงอาทิตย์ คือ ω , ได้ด้วย โดยให้ $\Theta_z = 90^\circ$ จะได้

$$\begin{aligned}\cos \omega_1 &= -\frac{\sin \phi \sin \delta}{\cos \phi \cos \delta} \\ &= -\tan \phi \tan \delta \quad \dots\dots\dots(3.5)\end{aligned}$$

จากนั้นก็หาความยาวของวัน (day length) ได้จาก

$$T_d = 2 \cos^{-1}(-\tan \phi \tan \delta) \quad \dots\dots\dots(3.6)$$

15

ค่ามุมอิมิต และอลติจูด ของดวงอาทิตย์นั้นสามารถคำนวณออกมาเป็นค่าตารางได้จากค่าเส้นรุ้ง ค่ามุมเด็คคลิเนชัน และมุมชั่วโมง นอกจากนี้ยังสามารถหาค่าแห่งของดวงอาทิตย์ได้ถูกต้องพอประมาณจากเอกสารสิ่งพิมพ์ที่ผลิตขึ้น โดยเฉพาะจากประเทศที่มีความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีแขนงนี้

ตัวอย่างที่ 3.3 จงหาความยาวของกลางวันจังหวัดสงขลา ($\phi = 7.2^\circ$) ในวันที่ 28 มิถุนายน (หน้าร้อน) และ 28 ธันวาคม (หน้าหนาว) รูป 3.2

วิธีทำ จากสมการ (3.1) และ (3.6) คำนวณได้ T_d ออกมาดังนี้ :-

วันที่	n	δ	$\tan \delta$	$(\tan 7.2)(\tan \delta)$	$\cos^{-1}(-\tan 7.2)(\tan \delta)$	T_d
28 มิ.ย.	179	23.2919	0.4305	0.0544	93.01176	12.4157
28 ธ.ค.	362	-23.2676	-0.4299	-0.0543	86.8861	11.5848

จากค่าความยาวของกลางวัน เราสามารถคำนวณหาเวลาที่พระอาทิตย์ขึ้นและตกได้ดังนี้

วันที่ 28 มิถุนายน พระอาทิตย์ขึ้น เวลา 05 นาฬิกา 57.13 นาที
พระอาทิตย์ตก เวลา 18 นาฬิกา 12.87 นาที

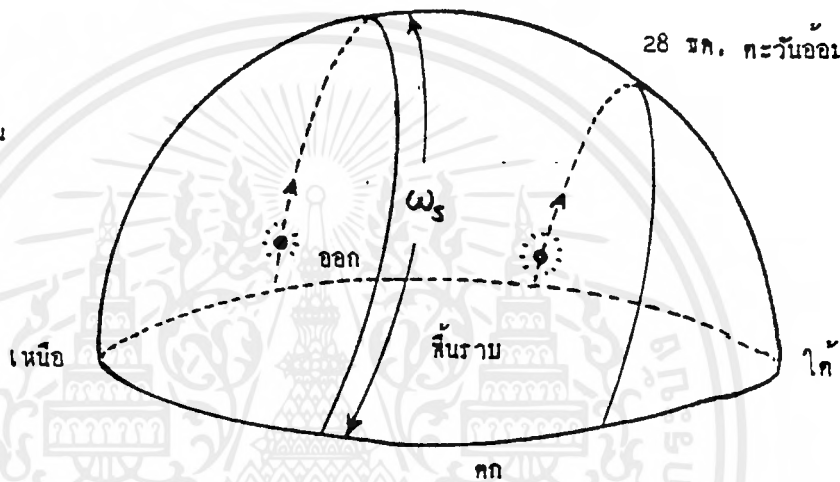
วันที่ 28 ธันวาคม พระอาทิตย์ขึ้น เวลา 06 นาฬิกา 12.50 นาที
พระอาทิตย์ตก เวลา 17 นาฬิกา 47.50 นาที

วันที่ 28 ธันวาคม พระอาทิตย์ขึ้นเวลา 06 นาฬิกา 12.50 นาที
พระอาทิตย์ตกเวลา 17 นาฬิกา 47.50 นาที

28 มิย.

28 ธค. ตะวันอัมรา

รูป 3.1 แสดงความยาวนาน
ของกลางวัน



4. การวัดรังสีดวงอาทิตย์

เครื่องมือที่ใช้วัดปริมาณแสงอาทิตย์ส่วนใหญ่ ประกอบด้วยเทอร์โมจังชัน ซึ่งมีหลักการทำงาน โดยใช้ความแตกต่างของอุณหภูมิโลหะพิเศษขุบสารเคมี ให้มีผิวสีดำและสีขาว สลับกัน ก่อให้เกิดแรงดันทางไฟฟ้าเล็กน้อยแปรผันโดยตรงกับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนผิวโลหะ สัญญาณไฟฟ้าที่ได้จะถูกนำไปต่อเข้ากับเครื่องนับรังสี (อินทิเกรเตอร์) และเครื่องเขียนกราฟ (เรคคอร์ดเตอร์) เครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์ส่วนใหญ่มีราคาสูงและต้องการกำลังคนในการเอาใจใส่ดูแลใกล้ชิดตลอดเวลา แบ่งได้เป็นสองชนิด คือ

4.1 เครื่องวัดรังสีรวม เรียกว่า ไพราโนมิเตอร์ (Phranometer) ใช้วัดรังสีรวมที่ตกบนพื้นที่ราบแนวระดับโดยรอบทิศทางและเฉพาะครึ่งทางกลมของท้องฟ้า เครื่องมือไพราโนมิเตอร์นี้จะต้องมีความทนทานต่อลมฟ้าอากาศได้ดีมาก นอกจากนี้บริเวณที่ตั้งเครื่องมือจะต้องไม่มีร่มเงาจากสิ่งแวดล้อม และต้องไม่อยู่บริเวณใกล้สิ่งก่อสร้างที่ทาสีทึบสว่างด้วย โดยทั่วไปหลักการทำงานของเครื่องไพราโนมิเตอร์ก็คือ ส่วนมากเป็นเทอร์โมไพล์ (Thermopile) มี 50 รอยต่อเทอร์โมไพล์นี้วางอยู่ใต้วงแหวนโลหะเงินพิเศษ ซึ่งยอมให้ความร้อนผ่าน แต่ไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่าน ทั้งหมดนี้บรรจุอยู่ในโคมแก้วครึ่งทรงกลมสองชั้น เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 75 มิลลิเมตร แก้วดังกล่าวเป็นแก้วทำพิเศษ ซึ่งจะให้รังสีแสงแดดผ่านเฉพาะช่วงคลื่นสั้นระหว่าง 0.3 ไมโครเมตร ถึง 3 ไมโครเมตร (ดูรูป 3.3)

ส่วนวงแหวนโลหะเงินพิเศษนั้นจะถูกแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ วงแหวนชั้นในและนอก วงในจะฉาบด้วยสีดำที่เรียกว่า Black lacquer ด้านหลังของวงแหวนนี้จะแตะกับ Hot junction ของเทอร์โมไพล์ วงแหวนส่วนนอกจะฉาบด้วยสีขาวเรียกว่า Magnesium Oxide ซึ่งมีการสะท้อนสูงทำให้มีอุณหภูมิต่ำ ด้านหลังของวงแหวนนี้จะต่อกับ Cold junction ของเทอร์โมไพล์ โวลเตจที่เกิดขึ้นจะมากน้อยแปรตามแบบสัดส่วนโดยตรงกับรังสีแสงที่มาตรกระทบ เมื่อนำไปต่อเข้ากับเครื่องบันทึกกราฟและเครื่องนับพลังงานของรังสีดวงอาทิตย์ ก็สามารถทราบพลังงานรังสีดวงอาทิตย์ได้ (ดูรูป 3.4) หน่วยที่วัดคือ W/m^2 , $\text{MJ/m}^2 \cdot \text{day}$, $\text{Cal/cm}^2 \cdot \text{min}$

4.2 เครื่องวัดรังสีตรง เรียกว่า ไพริลีโอมิเตอร์ (Pyrheliometer) บางทีเรียกว่า แอคติโนมิเตอร์ (Actinometer) มีหลักการทำงานเหมือนกับเครื่องวัดรังสีรวม แต่ในเครื่องวัดรังสีตรงนั้นผิวที่รับแสงจะตั้งฉากกับรังสีดวงอาทิตย์ตลอดเวลาที่วัด โดยที่รังสีแสงอาทิตย์จะต้องผ่านช่องท่อสำหรับแสงเข้า (Collimated aperture) ดังนั้น พลังงานที่วัดได้จะเป็นรังสีตรงจากตัวดวงอาทิตย์เท่านั้น มุมรับแสงที่ปากกล้องเท่ากับ 5.7 องศา

ในการวัดรังสีตรงในระยะเวลาสั้น ๆ กล้องนี้สามารถปรับมุมอิมิทและมุมอออลติจูดได้ แต่ในการวัดต้องการวัดแบบต่อเนื่อง จะต้องติดตั้งกับเครื่องติดตามดวงอาทิตย์ โดยวิธี

Equatorial mounting โดยให้แกนหลักวางขนานกับแกนหมุนของโลกและข้อที่สำคัญที่สุด ก็คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แกนหลักนี้จะต้องวางให้อยู่ในแนวเหนือใต้ได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งมุมเอียงจะต้องเท่ากับมุมเส้นรุ้งของตำแหน่งที่ตั้งเครื่องดังกล่าว นอกจากนี้ฐานที่ตั้งจะต้องอยู่ในแนวระดับและมั่นคงแข็งแรง (รูป 3.3)

สภาพแวดล้อมทางภูมิอากาศและลักษณะทางภูมิศาสตร์ของประเทศไทย
(คณะกรรมการภูมิศาสตร์แห่งชาติ, 2527)

ดินฟ้าอากาศของประเทศไทยมีมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือระหว่างเดือนพฤศจิกายน ถึง กุมภาพันธ์ ตลอดช่วงนี้อากาศจะเย็นและแห้ง และมีมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง ตุลาคม มรสุมนี้จะนำเอากระแสอากาศอุ่นและความชื้นจากมหาสมุทรอินเดียเข้ามาทำให้เกิดฝนตกทั่วประเทศ นอกจากนี้ยังมีลมอีกกระแสหนึ่งจากทะเลจีนใต้ เข้าสู่อ่าวไทยและประเทศไทยทางทิศใต้หรือตะวันออกเฉียงใต้ ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึง เมษายน ซึ่งเป็นระยะที่มีอากาศร้อนและแห้งแล้งทั่วประเทศ การเปลี่ยนแปลงฤดูหนึ่งนั้นมีช่วงระยะเวลาที่เป็นหัวต่อประมาณ 7-15 วัน เรียกว่า เป็นระยะเปลี่ยนฤดู ในระยะนี้กระแสลมแปรปรวนอาจมีลมฝ่ายหนึ่งพัดกับอีกฝ่ายหนึ่งสลับไปมาได้

1. ลักษณะภูมิอากาศของประเทศไทย

1.1 ฤดูฝน เริ่มเมื่อมรสุมตะวันออกเฉียงใต้พัดเข้าสู่อ่าวไทยประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน เป็นต้นไป ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะเริ่มพัดทำให้ฝนตกมากขึ้น ส่วนใหญ่เป็นฝนที่ตกตอนเย็นหรือกลางคืนและตกเป็นแห่ง ๆ ไม่เป็นบริเวณกว้างเดือนสิงหาคม กันยายน เป็นระยะที่มีฝนตกชุกที่สุดของฤดูทั้งยังได้รับฝนจากพายุดีเปรสชันด้วย สำหรับฤดูฝนในภาคกลางจะเริ่มมีฝนตก ค่าเฉลี่ยประมาณ 1,375 มม. ตั้งแต่เดือน พฤษภาคม ถึงกลางเดือนตุลาคม รวมประมาณ 5 เดือน

1.2 ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนในช่วงเปลี่ยนฤดูจากฝนเป็นหนาว ระยะเดือน ตุลาคมถึงต้นเดือนพฤศจิกายน จะมีฝนตกเป็นครั้งคราวทั้งยังมีลมเย็นพัดมาจากทางเหนือและได้ สลับกันเป็นระยะ ๆ อุณหภูมิในฤดูนี้ยังไม่ลงต่ำมาก เนื่องจากอากาศพัดผ่านเอาความร้อนของ ภูมิประเทศไว้ทั้งอยู่ใกล้อ่าวไทยอิทธิพลจากอุณหภูมิน้ำทะเล ทำให้ไม่หนาวเย็นมากนักอุณหภูมิจะลดต่ำ ลงมากในเดือนธันวาคม และมกราคม พอเดือนกุมภาพันธ์ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเริ่มหมด กำลัง ลมตะวันออกเฉียงใต้ก็เริ่มพัดแทน อย่างเข้าสู่ฤดูร้อน รวมระยะเวลาฤดูหนาวประมาณ 3 เดือน กรุงเทพฯ อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 25 องศาเซลเซียส

1.3 ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ตลอดเดือนมีนาคม และเมษายน ถึงประมาณกลาง เดือนพฤษภาคม รวมประมาณ 3 เดือน เดือนที่มีความร้อนมากที่สุดคือ เดือนเมษายน อุณหภูมิ เฉลี่ยประมาณประจำมีค่า 28.1 องศาเซลเซียส (110.7F) โดยเฉพาะที่กรุงเทพฯมีตึกรวมบ้านช่อง ห้องล้อมรอบ จึงมีผลให้ลมพัดผ่านได้น้อยอากาศอบอ้าวโดยทั่วไป

2. ลักษณะภูมิอากาศและลมมรสุม

เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อน ภูมิอากาศของประเทศไทยจึงเป็นแบบ โซนร้อน ถึงแม้ว่าระลอกอากาศเย็นจากประเทศจีนจะผ่านเข้ามาได้เป็นครั้งคราวในระหว่างฤดู หนาว แต่อุณหภูมิก็ยังคงสูงกว่าจุดเยือกแข็ง ยกเว้นตามยอดเขาสูง ๆ อาจจะมีเกิดเกล็ดน้ำแข็งได้แต่ ก็ไม่บ่อยนัก ปริมาณฝนเปลี่ยนแปลงไปได้มากจากที่แห่งหนึ่งไปยังอีกแห่งหนึ่ง และจากฤดูหนึ่ง ไปยังอีกฤดูหนึ่ง แต่ละภาคมีฤดูฝนและฤดูแล้งที่แน่นอน ซึ่งขึ้นอยู่กับกระแสลมที่พัดพาเอาความ ชื้นชื้นเข้าไปยังบริเวณนั้น ๆ ฝนส่วนใหญ่จะเกิดในรูปของฝนชุก หรือฝนฟ้าคะนอง ปริมาณเมฆก็ เปลี่ยนแปลงมาจากฤดูหนึ่งไปยังอีกฤดูหนึ่ง ปริมาณเมฆจะมากที่สุดตั้งแต่เดือนมิถุนายนไปจนถึง เดือนกันยายน ส่วนมากจะเกิดตามบริเวณด้านหน้าของภูเขาซึ่งเป็นด้านรับลม ส่วนด้านหลังของ ภูเขาหรือด้านอับลมมักปราศจากเมฆทัศนวิสัยโดยทั่ว ๆ ไปดี แต่ทัศนวิสัยเลวเกิดขึ้นได้บ้างใน ระยะสั้น ๆ ส่วนใหญ่มักไม่เกิน 2-3 ชั่วโมง พายุโซนร้อนเคลื่อนเข้าใกล้ประเทศไทยจากทิศทาง ตะวันออกได้บ้างบางครั้ง แต่ก่อนที่จะถึงประเทศไทย พายุเหล่านี้พัดผ่านภูเขาสูงที่ขนานกับชายฝั่งของประเทศเวียดนาม ประเทศลาว ทำให้พายุอ่อนกำลังลงไปได้มาก

ภูมิอากาศของประเทศไทยขึ้นอยู่กับระบบของลมที่สำคัญ ซึ่งพัดตามฤดูกาล

2 ชนิดคือ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ แต่ละระบบก็มีคุณสมบัติของตัวเองดังนี้

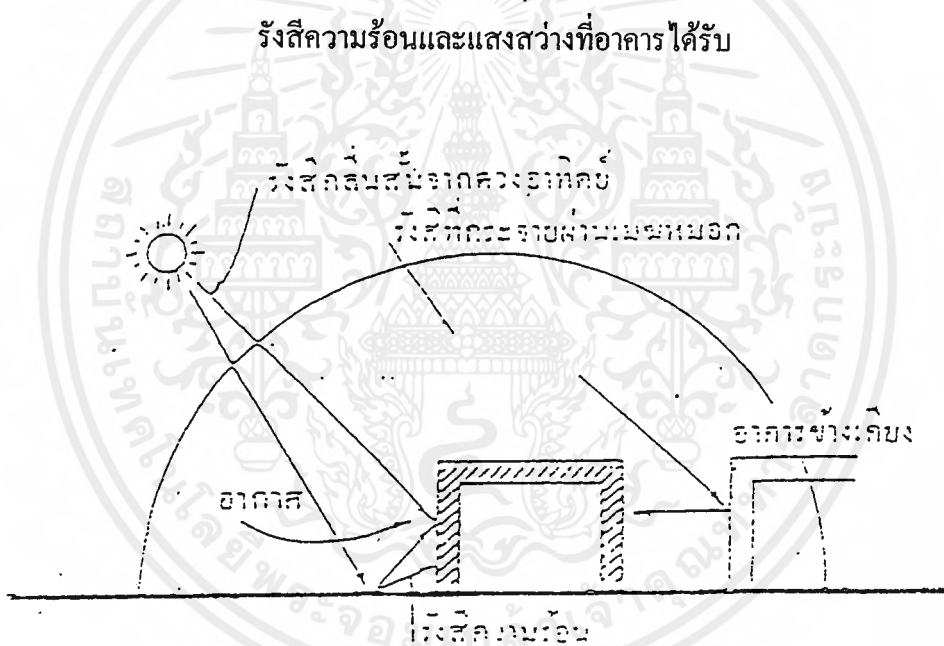
2.1 ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีความสัมพันธ์กับฤดูหนาวทางซีกโลกเหนือโดยปกติแล้วลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จะเริ่มประมาณกลางเดือนตุลาคมไปจนถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ แต่บางปีก็อาจจะเลยไปถึงกลางเดือนมีนาคมได้ ช่วงระยะเวลาดังกล่าวนี้เป็นฤดูหนาวที่มีอากาศแห้งแล้งในประเทศไทย ยกเว้นทางภาคใต้ฝั่งตะวันออกท้องฟ้าจะมีเมฆมาก และมีฝนตกชายฝั่งทะเลได้เนื่องจากกระแสลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีกำลังแรง ลมตะวันออกเฉียงเหนือนี้มีแหล่งกำเนิดในประเทศจีน มีคุณสมบัติหนาวเย็น และค่อนข้างแห้ง (มีไอน้ำน้อย) ดังนั้น เมื่อพัดเข้าสู่ประเทศไทย จึงทำให้อุณหภูมิตั้งแต่ภาคกลางขึ้นไปลดลงเกือบทั่วไป และท้องฟ้าค่อนข้างโปร่งเป็นส่วนใหญ่

2.2 ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ในฤดูร้อนของซีกโลกเหนือจะมีลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ปรากฏอยู่เหนือเส้นศูนย์สูตรเป็นบริเวณเกือบครึ่งรอบโลก คือ ตั้งแต่บริเวณมหาสมุทรแอตแลนติกแถบชายฝั่งทะเลด้านตะวันตกของทวีปแอฟริกา ทะเลอาหรับ อ่าวเบงกอล ทะเลจีนใต้ และในมหาสมุทรแปซิฟิก ทางตะวันออกของประเทศฟิลิปปินส์ ลมนี้มีแหล่งกำเนิดจากบริเวณความกดอากาศสูงในซีกโลกใต้ในมหาสมุทรอินเดีย เมื่อพัดข้ามเส้นศูนย์สูตรจะเปลี่ยนเป็นลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ดังนั้น กำลังแรงของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จึงมีความสัมพันธ์กับความแรงของความกดอากาศสูงจากซีกโลกใต้บริเวณดังกล่าว สำหรับประเทศไทย ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะเริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมไปจนถึงปลายเดือนกันยายน ส่วนทางภาคใต้ของประเทศ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะเริ่มประมาณเดือนพฤษภาคมและไปสิ้นสุดราวกลางเดือนตุลาคม ในช่วงระยะเวลาดังกล่าวเป็นฤดูฝนของประเทศไทย

รังสีคลื่นสั้น คือ ความร้อนที่มีอยู่ในแสงสว่าง เช่น รังสีของดวงอาทิตย์จากการสะท้อนโดยผิวที่มีสีอ่อน และผิวที่เป็นมัน รังสีนี้จะดูดซึมโดยวัตถุสีดำแต่สามารถผ่านกระจกได้

รังสีคลื่นยาว เกิดจากการส่องแสงผ่านวัตถุอื่น เช่น หลังคา ผนัง จนวัตถุร้อนขึ้น และถ่ายความร้อนออกไปสู่ผิวที่เย็นกว่า รังสีนี้จะสะท้อนโดยวัตถุสีดำแต่สามารถผ่านกระจกได้

รังสีคลื่นยาว เกิดจากการส่องแสงผ่านวัตถุอื่น เช่น หลังคา ผนัง จนวัตถุร้อนขึ้น และถ่ายความร้อนออกไปสู่ผิวที่เย็นกว่า รังสีนี้จะสะท้อนโดยวัตถุผิวมันและกระจก แต่จะไม่สะท้อนโดยผิวที่มีสีอ่อน



นอกจากรังสีที่ส่องลงมาโดยตรงจากดวงอาทิตย์แล้ว ยังได้รับการสะท้อนของพื้นดินและอาคารข้างเคียงและจากความร้อนในอากาศที่นำความร้อนมาผ่น และผ่านบานเปิดต่าง ๆ ตู๋ภายในอาคารโดยการพาความร้อนและนอกจากความร้อนโดยธรรมชาติแล้วยังเกิดจากไฟฟ้า เช่น หลอดไฟ การอยู่รวมกันหนาแน่นทำให้เกิดความร้อนอบอ้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงระหว่างกลางเดือนกุมภาพันธ์ไปถึงกลางเดือนพฤษภาคม เป็นช่วงที่ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่แท้จริงเป็นลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่เข้มข้นกว่า ช่วงระยะเวลานี้เป็นช่วงที่ฝนในประเทศไทยเริ่มเพิ่มขึ้น

บริเวณที่เป็นภูเขาทางภาคเหนือเป็นบริเวณที่มีอากาศหนาวเย็นในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ความสูงมากกว่า 1,000 เมตรขึ้นไป อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปแล้วประเทศไทยมีช่วงฤดูฝนที่ยาวนานในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และฤดูแล้งที่เด่นชัดในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

ในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือหรือฤดูหนาว บริเวณภูเขาในภาคเหนือจะมีอากาศหนาวเย็นกว่าบริเวณที่ราบสูงทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่ฝนที่เกิดในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จะเหมือนกันทั้งสองบริเวณนี้ฝนตกมากที่สุดอยู่ในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และตกน้อยที่สุดในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

ภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะมีสูงกว่าภาคเหนือเล็กน้อย ในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จะมีฝนตกมากและทำให้เกิดน้ำไหลบ่าล้นตลิ่งท่วมบริเวณที่ราบต่ำ ซึ่งเป็นแหล่งเพาะปลูกใกล้แม่น้ำลำคลอง แต่ในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะเหมือนกับภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือ อากาศจะแห้งแล้งอย่างเห็นได้ชัด

บริเวณที่เป็นคาบสมุทรทางภาคใต้จะแตกต่างออกไปจากบริเวณอื่น กล่าวคือ ในระหว่างฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ อุณหภูมิจะสูงกว่าและฝนจะตกหนักและบ่อยกว่าภาคอื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเดือนพฤศจิกายน ธันวาคม และ มกราคม

3. ความร้อนและแสงแดด

ความร้อนและแสงแดดอันแรงกล้า จึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งสำหรับการออกแบบจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องคำนึงถึงการป้องกันความร้อนไว้เสมอ

เราสามารถแยกรังสีความร้อนได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

รังสีคลื่นสั้น (Short wave) เป็นรังสีที่มองเห็นได้ มีอุณหภูมิสูง

รังสีคลื่นยาว (Long wave) เป็นรังสีที่ไม่สามารถมองเห็น มีอุณหภูมิต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุต่างชนิดกันจะมีคุณภาพในการดูดซึมและปล่อยความร้อนไม่เท่ากัน เราไม่สามารถหยุดการถ่ายเทความร้อน ทางที่ดีที่สุดคือ ให้ความร้อนผ่านได้ช้าลงซึ่งสามารถทำได้

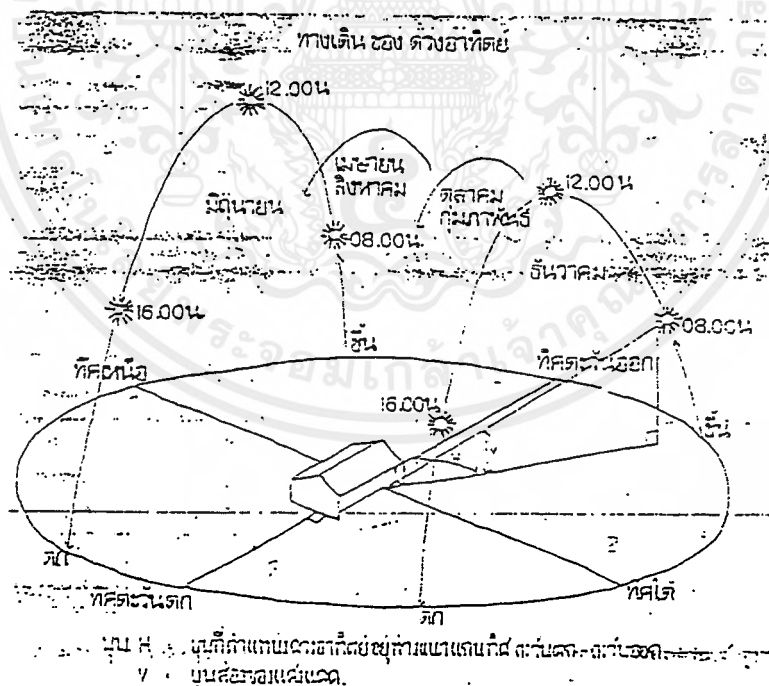
3 วิธี คือ

- ใช้ที่ว่างสำหรับให้อากาศเป็นตัวป้องกันความร้อนหรือพาความร้อนออกไป โดยอาจจะทำหลังคาหรือผนังสองชั้นมีช่องว่างตรงกลางให้อากาศช่วยกันความร้อน หรือให้อากาศระบายถ่ายเทออกได้โดยมีช่องเปิดทำที่ระบายอากาศโดยรอบฝ้า ชายคาบ้านด้วย การตีระแนงไม้โปร่งหรือทำช่องลมระบายอากาศร้อนออกทางหน้าจั่ว

- ใช้วัสดุที่มีผิวสะท้อนความร้อน

- ใช้สีหรือวัสดุที่ดูดซึมความร้อนได้น้อย

แสงแดดทางตรงที่เราต้องป้องกันให้ส่องมาถูกตัวอาคารน้อยที่สุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของแผงกันแดดที่เหมาะสมกับทิศต่าง ๆ พอสรุปได้ดังนี้

- (1) ด้านทิศใต้ควรใช้แผงกันแดด ชนิดทางนอน
- (2) ด้านทิศตะวันออก และทิศตะวันตกของอาคาร ควรใช้แผงกันแดดทางตั้ง โดยเฉพาะถ้าตั้งเอียง ๆ จะได้ผลดียิ่งขึ้น
- (3) ด้านตะวันออกเฉียงใต้ และตะวันออกเฉียงเหนือควรใช้แบบตาราง
- (4) ด้านทิศเหนือควรใช้แผงกันแดดทางตั้งและมีชายคายื่น

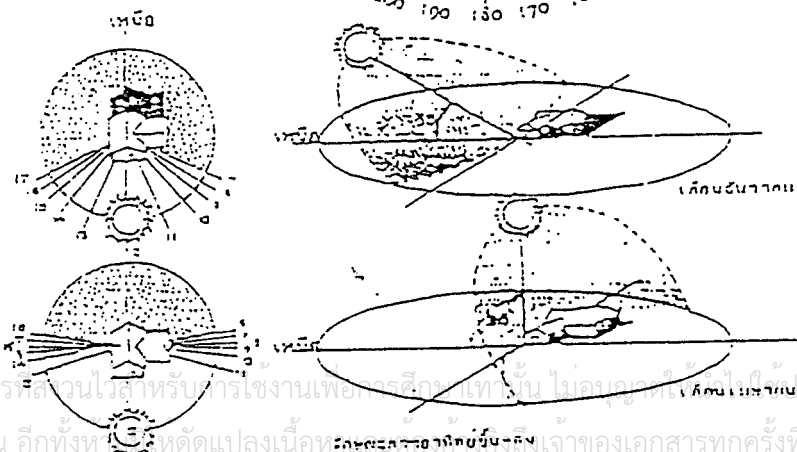
นอกจากนี้แผงกันแดดชนิดบานเกล็ด ที่หมุนเปลี่ยนและกลับมุมได้ หรือผืนผ้าใบที่ม้วนเก็บได้ เหมาะที่จะใช้ทางทิศตะวันตก หรือตะวันตกเฉียงใต้ เพื่อใช้กันแดดและความร้อนในตอนบ่าย ๆ

ตารางที่ 19

แสดงมุมขึ้นลงของดวงอาทิตย์ (บริเวณกรุงเทพฯ)

มุมเงยของดวงอาทิตย์
ของดวงอาทิตย์

แผนผังแสดงลักษณะ
การขึ้น-ลงของ
ดวงอาทิตย์ตาม
ฤดูกาลและความสูง
และเงาในอาคาร
ที่มุมเงย 15 องศา
เหนือ (ข) เหนือ-
ด้านทิศใต้

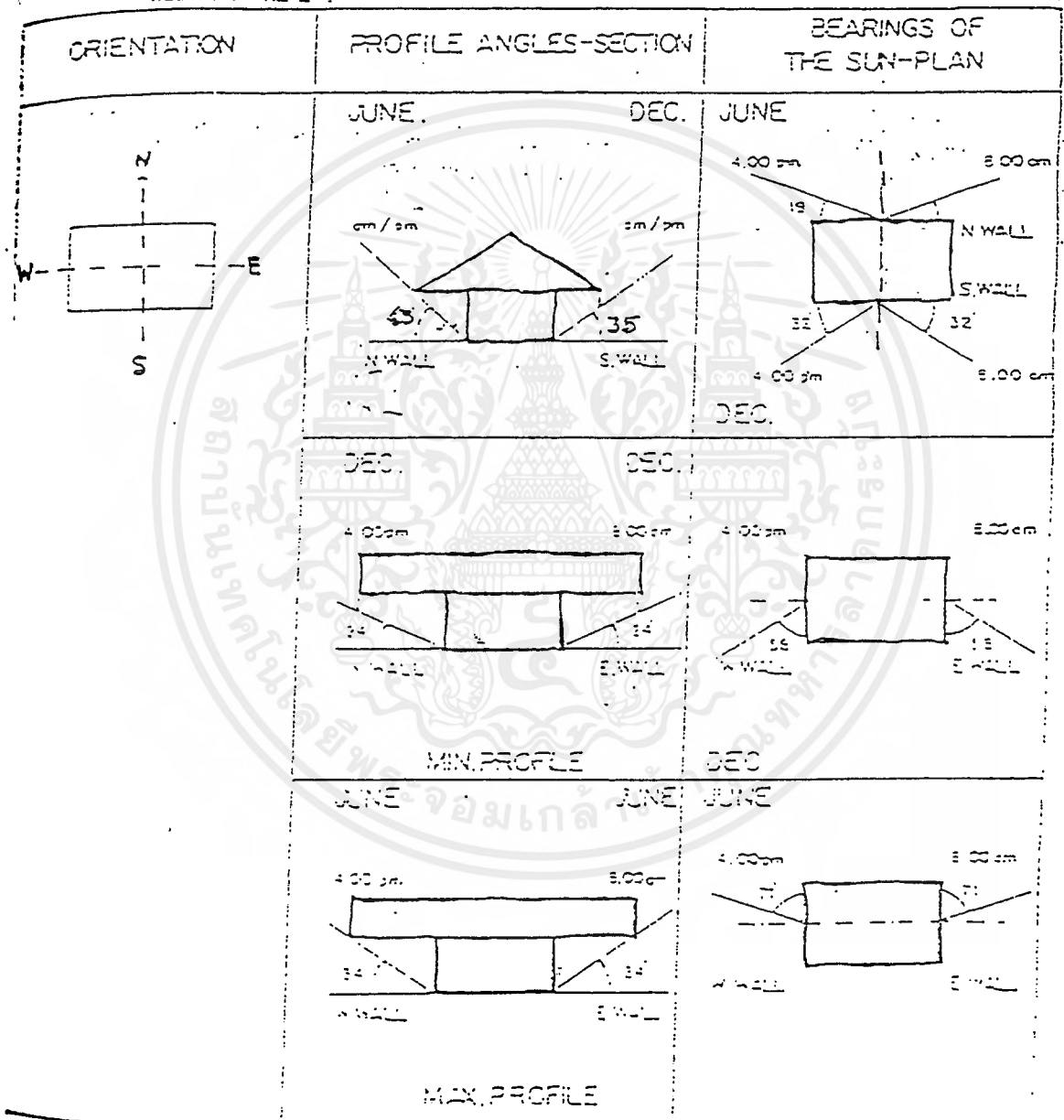


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้เพื่อประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังขอสงวนสิทธิ์ในเนื้อหาและข้อมูลของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20

แสดงมุมของดวงอาทิตย์ ระหว่าง 8.00 น. - 16.00 น. ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร

และจังหวัดอื่น ๆ ในภาคกลาง ละติจูดที่ 14 องศาเหนือ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ลักษณะสภาพของฝน

ฝนที่ตกลงมานั้นถ้าพิจารณาตามขบวนการเกิดของฝนแล้วสามารถแบ่งออกดังนี้

4.1 ฝนละออง (Drizzle)

เป็นละอองหรือหยดน้ำที่เล็กมากมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.5 มิลลิเมตร หรือเล็กกว่าเกิดจากเมฆตระกูลเมฆแผ่น (Stratiform) คือ เมฆเตรตัส (Stratus) ที่อยู่ในระดับต่ำ ๆ ใกล้ผิวพื้น บางครั้งแทบจะสัมผัสพื้นดิน (fog) ฝนประเภทนี้แสดงให้เห็นถึงความมีเสถียรภาพ (Stable) ของอากาศเพราะฝนละอองจะมีปริมาณไม่มากนัก และตกลงมาอย่างเป็นระเบียบ บางครั้งอาจวัดจำนวนไม่ได้แต่บางครั้งก็อาจวัดได้ถึง 1 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง โดยเฉพาะตามบริเวณชายฝั่งทะเลและภูเขา

4.2 ฝนชู่ (Shower)

เป็นฝนที่ตกในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ บนเนื้อที่ไม่กว้างขวางมาก เริ่มตกและหยุดได้ในทันทีทันใด และมีการเปลี่ยนแปลงความรุนแรงของฝนอย่างรวดเร็ว ฝนประเภทนี้จะตกจากเมฆตระกูล เมฆก้อน (Cumuliform) ที่หนาเช่น เมฆคิวมูโลนิมบัส จึงเป็นลักษณะที่แสดงให้เห็นถึงความไม่มีเสถียรภาพของอากาศ และอาจมีลูกเห็บตกลงมา ด้วยในกรณีที่มีการยกตัวของอากาศขึ้นสู่เบื้องบนอย่างรวดเร็ว โดยทั่วไปหยดน้ำและอนุภาคของแข็งที่ตกลงมาจะมีขนาดใหญ่

4.3 ฝนตกเป็นระยะ ๆ (Intermittent rain)

เป็นฝนที่ตกไม่ต่อเนื่องกัน โดยตกเป็นระยะ ๆ ตกแล้วหยุด หยุดแล้วตกอีก ประเภทนี้เกิดจากเมฆแผ่นเช่น อัลโตสเตรตัส (Altostratus) และนิมโบสเตรตัส (Nimbostratus) ที่ปกคลุมท้องฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานกินอาณาบริเวณกว้างและมีการยกตัวของอากาศค่อนข้างช้า นอกจากนี้ยังมีลักษณะสำคัญที่แตกต่างจากฝนชู่ คือ ไม่เริ่มต้นและสิ้นสุดอย่างทันทีทันใดและไม่มีการกระจ่างของเมฆจนกว่าฝนประเภทนี้จะหยุดไปโดยสิ้นเชิง ลักษณะของอากาศแบบนี้โดยปกติจะสัมพันธ์กับแนวปะทะอากาศหรือพายุหมุนที่ไม่ได้ผ่านบริเวณนั้นโดยตรง

4.4 ฝนตกอย่างต่อเนื่อง (Continuous rain)

เป็นฝนที่ตกต่อเนื่องกันนาน ๆ อาจตกตลอดวันตลอดคืน ฝนหนาบ้าง บางบ้าง มักเกิดขึ้นในขณะที่มีพายุหมุนพัดผ่านหรือลมมรสุมกำลังแรง หรือเวลาที่มีช่องความกดอากาศต่ำกำลังแรงพัดผ่าน

4.5 พายุฟ้าคะนอง (Thunderstorm)

พายุที่เกิดจากเมฆคิวมูโลนิมบัส โดยมีฟ้าแลบหรือฟ้าร้องเกิดขึ้นด้วย พายุฟ้าคะนองตามปกติมักมีลมกระโชกอย่างแรง มีฝนตกหนัก และบางครั้งก็มีลูกเห็บตกด้วย พายุนี้มักเกิดขึ้นในระยะเวลาสั้น ๆ มีน้อยครั้งที่เกิดขึ้นในระยะเวลาสั้น ๆ มีน้อยครั้งที่เกิดพายุยาวนานเกินกว่า 2 ชั่วโมง พายุฟ้าคะนองมักเกิดบ่อย ๆ ในเขตร้อน และมีความรุนแรงมากกว่าในเขตละติจูดกลางและละติจูดสูง เนื่องจากในเขตร้อนอากาศมีความชื้นมากและมีอุณหภูมิสูง ทำให้อากาศเคลื่อนที่ขึ้นอย่างรุนแรง และเกิดเมฆคิวมูโลนิมบัสขนาดใหญ่อันเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดพายุฟ้าคะนอง

4.6 ฝนฟ้าคะนอง (Thundery rain)

น้ำฟ้า ซึ่งอาจเป็นฝน ลูกเห็บ หิมะ ฯลฯ ตกลงมาเป็นครั้งคราว หรือตกเป็นระยะ ๆ ประเดี๋ยวแรงประเดี๋ยวเบา โดยมากมีฟ้าแลบหรือฟ้าคะนองด้วย แต่ไม่เสมอไป

4.7 ฝนเฉพาะแห่ง หรือบางแห่ง ฝนท้องถิ่น (Local rainfall)

น้ำฟ้า หรือฝนที่ตกในบริเวณเล็ก ๆ และตกเฉพาะแห่ง ดังนั้น จึงเป็นน้ำฟ้าหรือฝนที่ตกจากเมฆที่ผ่านไป และตกชั่วระยะที่เมฆนั้นลอยผ่าน

5. ลักษณะสภาพของลม

สภาพของลมที่เกิดขึ้นในประเทศไทยแบ่งได้ดังนี้

5.1 ลมผิวพื้น ลมผิวพื้นที่มีกำลังอ่อนในเวลากลางวัน และค่อนข้างสงบในเวลากลางคืน ยกเว้นบริเวณที่มีฝนฟ้าคะนองลมอาจกระโชกแรงได้เป็นบางโอกาส ลมผิวพื้นที่แรงที่สุดที่เกิดใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริเวณพายุฝนฟ้าคะนองจะเกิดในฤดูร้อน ระหว่างเดือนมีนาคม และเมษายน การผันแปรของทิศทางและกำลังแรงลมประจำวันจะพบตามบริเวณชายฝั่งทะเล โดยที่เวลากลางวันมีลมทะเลหรือลมเฉื่อยทะเลที่มีกำลังแรงพัดเข้าหาฝั่ง และเวลากลางคืนเป็นลมอ่อนพัดออกจากฝั่ง ลมผิวพื้นที่พุกปกคลุมประเทศไทยตามฤดูกาลมีอยู่ 2 ระบบที่สำคัญ คือ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ พัดปกคลุมในฤดูหนาว และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พัดปกคลุมในฤดูฝน ส่วนฤดูเปลี่ยนมรสุมลมมักอ่อนและทิศทางไม่แน่นอน

5.2 ลมเฉื่อยและลมเฉื่อยทะเล (ลมบกและลมทะเล) เกิดขึ้นทั่วไปตามบริเวณชายฝั่งทะเลตลอดทั้งปี ลมทั้งสองชนิดนี้มีสาเหตุเกิดขึ้นมาจากความแตกต่างกันในทางความร้อนของพื้นดินและพื้นน้ำ ลมทะเลพัดลึกเข้าไปในแผ่นดินได้ถึง 30 กิโลเมตร โดยปกติแล้วลมทะเลจะเริ่มตอนเช้า ตั้งแต่เวลา 10.00 น. ตามเวลาท้องถิ่น และมีกำลังแรงสุดในเวลาบ่าย จากนั้นจะสิ้นสุดลงเมื่อดวงอาทิตย์ตกแล้ว ส่วนลมบกจะเริ่มจากดวงอาทิตย์ตกแล้ว และคงอยู่ตลอดคืนไปจนถึงเวลาเช้า

5.2.1 พายุหมุนเขตร้อน ประเทศไทยตั้งอยู่ระหว่างบริเวณที่เกิดพายุหมุนเขตร้อน 2 แห่ง คือ บริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกแห่งหนึ่ง และอ่าวเบงกอลอีกแห่งหนึ่งในระหว่างกลางเดือนสิงหาคมไปจนถึงกลางเดือนกันยายน พายุไต้ฝุ่นจากมหาสมุทรแปซิฟิกสามารถเข้ามาถึงทางตอนเหนือของประเทศไทยได้เป็นบางโอกาส แต่พายุเหล่านี้จะมีกำลังอ่อนลงขณะที่เคลื่อนที่ผ่านเทือกเขาในประเทศเวียดนามและลาว กลายเป็นพายุโซนร้อนหรือพายุดีเปรสชัน ดังนั้น อันตรายจากลมแรงจึงมักไม่ค่อยปรากฏ เพียงแต่ทำให้เกิดฝนตกหนักและลมขนาดปานกลางได้ จำนวนพายุหมุนเขตร้อนที่พัดเข้าสู่ประเทศไทยในปีหนึ่ง ๆ โดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 3-4 ลูก ภาคใต้ของประเทศไทยมีลักษณะเป็นแหลมยื่นออกไปสู่ทะเล และทางชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกไม่มีภูเขาสูงเป็นที่กำบังพายุเหล่านี้ ดังนั้น เมื่อมีพายุผ่านเข้ามาในบริเวณนี้ จึงมักทำให้เกิดความเสียหายได้มากทั้งชีวิตมนุษย์และทรัพย์สิน แต่โชคดีที่ความถี่ของการเกิดพายุลดลงเมื่อเข้าใกล้แถบศูนย์สูตร จึงไม่ปรากฏมีพายุที่มีกำลังแรงขนาดพายุไต้ฝุ่นผ่านภาคใต้ของประเทศไทยเลย

พายุหมุนเขตร้อนที่ผ่านเข้าประเทศไทยจากทางอ่าวเบงกอล โดยทั่วไปแล้วเกิดจากการหักเหี้ยวหลังจากได้ขึ้นฝั่งทางตอนใต้ของประเทศพม่าและจะเข้าประเทศไทยทางบริเวณระหว่างจังหวัดกาญจนบุรีกับจังหวัดแม่ฮ่องสอน พายุที่เข้าประเทศไทยจากทางอ่าวเบงกอลมีน้อยมาก และมักจะเกิดในเดือนพฤษภาคม และอีกครั้งหนึ่งก็คือ เดือนตุลาคม พฤศจิกายน หรือ ธันวาคม อย่างไรก็ดี พายุนี้จะอ่อนกำลังลงมากเมื่อเข้าสู่ประเทศไทย เพราะสูญเสียกำลังเนื่องจากผ่านภูเขาชายแดนระหว่างไทยกับพม่า

5.2.2 ร่องมรสุม (Monsoon Trough) หรือแนวปะทะแห่งโซนร้อน (Intertropical Convergence Zone) เป็นแนวปะทะระหว่างมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ตอนเหนือของร่องมรสุมหรือแนวปะทะนี้เป็นลมฝ่ายตะวันออกเฉียงเหนือ และตอนใต้ของแนวปะทะเป็นลมฝ่ายตะวันตกเฉียงใต้ แนวนี้มีความกว้างเปลี่ยนแปลงตามความเร็วของมรสุมทั้งสองด้านของแนว ถ้ามรสุมทั้งสองด้านกำลังแรงขึ้นพร้อม ๆ กันก็บีบให้แนวนี้นแคบและมีความรุนแรงในการปะทะกันของอากาศสองกระแสก็ไม่รุนแรง แนวปะทะมีบริเวณกว้างและไม่มีลักษณะอากาศรุนแรง ร่องมรสุมนี้เลื่อนขึ้นลงตามดวงอาทิตย์คือ ในฤดูร้อนก็เลื่อนขึ้นไปทางซีกโลกฝ่ายเหนือ ในฤดูหนาวก็เลื่อนไปทางซีกโลกฝ่ายใต้ การเคลื่อนตัวของแนวนี้เป็นสัญลักษณ์ของการเปลี่ยนฤดูกาล คือ เปลี่ยนจากมรสุมฝ่ายหนึ่งเป็นมรสุมอีกฝ่ายหนึ่ง

5.2.3 ร่องความกดอากาศต่ำ (Trough) แถบหรือแนวของอากาศซึ่งมีความกดต่ำเมื่อเทียบกับบริเวณรอบ ๆ ในระดับเดียวกัน ปรากฏบนแผนที่อากาศในรูปแบบของระบบเส้นความกดเท่า (Isobar) เกือบเป็นรูปตัววี (V) โค้งแหลมยื่นออกไปจากดีเปรสชันหรือบริเวณความกดอากาศต่ำ เส้นเหล่านี้เกือบจะขนานกัน

5.3 พายุ (Strom)

ภาวะผิดปกติของบรรยากาศ เป็นปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งแสดงถึงสภาวะของอากาศไม่ดี และมีลมแรงจัด เช่น พายุเกล พายุฟ้าคะนอง พายุฝน พายุหิมะ ฯลฯ พายุเหล่านี้ อาจทำให้เกิดความเสียหายต่าง ๆ ได้

5.4 ลมมรสุม, มรสุม (Monsoon)

ลมประจำฤดูมาจากคำ Mausim ในภาษาอาหรับ แปลว่า ฤดูกาลในครั้งแรกได้นำคำนี้มาใช้เรียกลมที่เกิดในทะเลอาหรับก่อน ลมนี้เป็นลมที่พัดมาจากภาคพื้นทวีปแถบประเทศอัฟกานิสถาน ปากีสถาน และตอนเหนือของประเทศอินเดีย ในทิศทางตะวันออกเฉียงเหนือ เข้าสู่ทะเลอาหรับเป็นระยะเวลา 6 เดือน แล้วเปลี่ยนกลับไปในทิศทางตรงข้าม คือ จากทะเลอาหรับเข้าสู่ภาคพื้นทวีปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้เป็นระยะเวลา 6 เดือนเช่นกัน ต่อมาได้นำคำนี้ไปใช้เรียกลมที่มีลักษณะอย่างเดียวกัน แต่เกิดขึ้นในส่วนอื่นของโลกด้วย

ลมมรสุมเกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของพื้นดินและพื้นน้ำ ทำนองเดียวกันกับลมบกลมทะเล ในฤดูหนาวอุณหภูมิของดินภาคพื้นทวีปเย็นกว่าอุณหภูมิของน้ำในมหาสมุทรที่อยู่ใกล้เคียง อากาศเหนือพื้นน้ำจึงมีอุณหภูมิสูงกว่าและลอยตัวขึ้นสู่เบื้องบน อากาศเหนือทวีปซึ่งเย็นกว่าจึงไหลไปแทนที่ ทำให้เกิดเป็นลมพัดออกจากทวีป พอถึงฤดูร้อนอุณหภูมิของดินภาคพื้นทวีปร้อนมากกว่าน้ำในมหาสมุทร เป็นเหตุให้เกิดลมพัดไปในทิศทางตรงกันข้าม

ลมมรสุมหรือลมประจำฤดูที่มีกำลังแรงจัดที่สุด ได้แก่ ลมมรสุมที่เกิดในบริเวณภาคใต้และภาคตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปเอเชีย อันเป็นบริเวณที่ตั้งของประเทศเวียดนาม กัมพูชา ลาว ไทย มาเลเซีย พม่า ปากีสถาน และ อินเดีย โดยเฉพาะประเทศไทยมีลมตะวันตกเฉียงใต้เริ่มต้นพัดเข้าสู่ภาคกลางของประเทศไทยประมาณกลางเดือนพฤษภาคม ไปจนถึงประมาณต้นเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นระยะของฤดูฝน ต่อจากนั้นลมจะแปรปรวนและเริ่มต้นเปลี่ยนเป็นทิศตะวันออกเฉียงเหนือประมาณปลายเดือนตุลาคม ไปจนถึงสิ้นเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นระยะเวลาของฤดูแล้ง

นอกจากในทวีปเอเชียแล้ว ยังมีลมมรสุมในบริเวณส่วนอื่นของโลกในประเทศสเปน ประเทศออสเตรเลียภาคเหนือ บางส่วนของทวีปแอฟริกาภาคตะวันตก ภาคใต้ และภาคตะวันออก บางส่วนของทวีปอเมริกาเหนือและทวีปอเมริกาใต้

5.5 พายุเกล, เกล (Gale)

พายุซึ่งมีความเร็วลมตั้งแต่ 28 ถึง 55 นอต หรือมีกำลังตั้งแต่ 7-10 โบกฟอร์ต เกลซ์ของพายุชนิดนี้แบ่งออกเป็น 4 ขนาดคือ

- 28 - 33 นอต - พายุเกลพอประมาณ (moderate gale)
- 34 - 40 นอต - พายุเกลพอแรง (fresh gale)
- 41 - 47 นอต - พายุเกลแรง (strong gale)
- 48 - 55 นอต - พายุเกลจัด (whole gale)

ตารางที่ 21

แสดงการกำหนดขนาดความเร็วลมผิวพื้น

ขนาดของลม		ความเร็วลมที่ระดับมาตรฐาน 10 สัญลักษณ์ที่แสดง เมตรเหนือพื้นดินในบริเวณที่โล่งแจ้ง			
		บนบก	นอต	กม./ชม.	จำนวน โบฟอร์ต
ลมสงบ	calm	ลมเงียบ ควันลอยขึ้นตรงๆ	1	1	0
ลมเบา	light air	ควันลอยตามลม แต่ศรลมไม่ หันไปตามทิศ	1-3	1-5	1
ลมโชย	gentle breeze	ใบไม้และกิ่งไม้เล็กๆ กระดิก ธงปลิว	7-10	12-19	3
ลมปานกลาง	moderate breeze	มีฝุ่นพัดตลบ กระดาษปลิว กิ่งไม้เล็กๆยับเขยื้อน	11-16	20-28	4
ลมแรง	fresh breeze	ต้นไม้เล็กๆ แกว่งไกวไปมา มีระลอกน้ำ	17-21	29-38	5
ลมจัด	strong breeze	กิ่งไม้ใหญ่ยับเขยื้อนได้ขึ้น เสียงหวีดตามสายโทรเลข ไร่ รุ่มล้าปาก	22-27	39-49	6

ขนาดของลม		ความเร็วลมที่ระดับมาตรฐาน 10 สัญลักษณ์ที่แสดง เมตรเหนือพื้นดินในบริเวณที่โล่งแจ้ง			
		บนบก	นอต	กม./ชม.	จำนวน โบฟอร์ด
พายุเกลอ่อน	near gale	ต้นไม้อ่อนหัก ต้นแก่กิ่งไกว เดินทวนลมไม่สะดวก	28-33	50-61	7
พายุเกล	gale	กิ่งไม้หัก ค้ำยันการเดิน	34-40	62-74	8
พายุเกลแรง	strong gale	อาคารที่ไม่มั่นคงหักพัง, หลังคาปลิว	41-47	75-88	9
พายุ	strom	ต้นไม้อ่อนรากถอนโคนเกิด ความเสียหายมาก (ไม่ค่อยปรากฏบ่อยนัก)	48-55	89-102	10
พายุใหญ่	violent storm	เกิดความเสียหายทั่วไป (ไม่ค่อยปรากฏ)	56-63	103-117	11
พายุไต้ฝุ่น หรือเฮอริ- เคน	typhoon or hurricane		64 หรือ มากกว่า	118 หรือ มากกว่า	12

5.6 ลมชั้นบน (Upper wind)

ลมซึ่งพัดในบรรยากาศชั้นบน ๆ ที่ไม่ติดกับพื้นผิวโลก ภาษาอังกฤษเรียกได้อีก
อย่างหนึ่งว่า rind aloft

ไฟเบอร์กลาส (พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์ 2537 : 37 - 64)

ผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ได้รับการปรับปรุงโดยใช้วัสดุอื่นเพื่อเสริมความแข็งแรงจึงเรียกว่า ผลิตภัณฑ์พลาสติกเสริมแรง (Reinforced Plastic)

วัสดุที่มีคุณสมบัติที่ดีและเหมาะสมที่สุดที่จะเอามาเสริมแรงให้พลาสติก ก็คือ “ใยแก้ว” (Glass Fiber) ซึ่งมีลักษณะอ่อนนุ่มแต่ “เหนียว” ทั้งทนการสึกกร่อนได้ดี ทดความร้อนได้สูง เป็นฉนวนไฟฟ้าและทนสารเคมี ส่วนพลาสติกที่จะนำมาใช้เป็นเนื้อ ต้องเป็นชนิดที่มีความแข็งแรงมาก ซึ่งถ้าไม่มีการเสริมแรงแล้วจะเปราะ ดังนั้นเราจึงเลือกเอาพลาสติกประเภท “เทอร์โมเซตติง” มาใช้งานซึ่งได้แก่พวก “โพลีเอสเตอร์เรซิน” (Unsaturated Polyester Resin) และ “อีพอกซีเรซิน” (Epoxy Resin) เป็นต้น พลาสติกจำพวกนี้เป็นพลาสติกเหลวซึ่งภายหลังจากผสมกับ ตัวช่วยเร่งปฏิกิริยา (Accelerator หรือ Promoter และ ตัวทำให้แข็ง (Hardener) หรือตัวคะตะลิสต์ (Catalyst) หรือตัวเร่งปฏิกิริยา แล้วจะเกิดปฏิกิริยาทางเคมี (Polymerization) มีความร้อนเกิดขึ้นสูงถึงกว่า 100° ซ. แล้วจะเปลี่ยนสภาพเป็นพลาสติกแข็งและจะไม่คืนรูปอีก ดังนั้นการสร้างผลิตภัณฑ์ขึ้นมาโดยใช้วิธีการดังกล่าวแล้ว จึงเรียกได้ว่าเป็น ผลิตภัณฑ์พลาสติกเสริมแรงด้วยใยแก้ว หรือ FRP หรือ GRP (Fiber Glass Reinforced Plastics) ซึ่งเราเรียกง่าย ๆ ว่า ผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส หรือ ผลิตภัณฑ์เอฟอาร์พี

ไฟเบอร์กลาสหรือเอฟอาร์พีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ ในด้านต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง เช่น เรือ ถึงบรรจุของเหลว ท่อไฮโดรเจนเมลิคพีซ หรือ วัตถุดิบในอุตสาหกรรม และอาหารสัตว์ แผ่นหลังคา แผงกันแดด และแผงประดับในอาคารทันสมัย เฟอร์นิเจอร์ ตุ๊กตา เด็กเล่นในสวนสนุก ฯลฯ

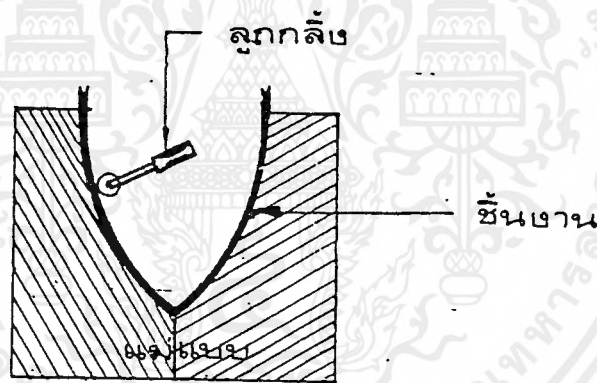
อุตสาหกรรมการทำผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสหรือเอฟอาร์พีได้เจริญเติบโตในประเทศอุตสาหกรรมตั้งแต่หลังสงครามโลกครั้งที่สองแล้ว แต่เพิ่งเจริญในประเทศไทยเมื่อประมาณยี่สิบกว่าปีมานี้ โดยในระยะแรกนิยมนำไปทำเป็นเรือเร็วชนิดต่าง ๆ สกู๊ตเตอร์น้ำต่อมาจึงได้จัดทำเป็นอ่างอาบน้ำ เฟอร์นิเจอร์ และที่กำลังได้รับความสนใจจากประชาชนมากในขณะนี้ คือ ถังน้ำ หลังการดบิอัท ชิ้นส่วนประดับรถยนต์ ที่พิกผู้โดยสารรถโดยสารประจำทาง และกระถางใส่ต้นไม้ของ กรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฟเบอร์กลาสมีประโยชน์ต่อกิจการอุตสาหกรรมเกือบทุกประเภท ทั้งนี้เพราะไฟเบอร์กลาส มีความแข็งแรงสูงราคาต้นทุนการผลิตต่ำเมื่อเทียบกับชิ้นส่วนหรือโครงสร้างที่เป็นโลหะและที่สำคัญคือเทคนิคในการทำไม่ยุ่งยากมาก ลงทุนในเรื่องเครื่องมือและอุปกรณ์ต่ำ เหมาะสำหรับการจัดทำเป็นอุตสาหกรรมในครอบครัวหรือจัดทำเล่นเป็นงานอดิเรก เมื่อมีประสบการณ์มากพอ มีทุน และตลาดพร้อมแล้วก็สามารถจัดทำเป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็กหรือขนาดกลางต่อไปได้ กรรมวิธีการผลิตในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสมีหลายวิธี ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. แบบใช้มือทา (Hand Lay-Up)

ภาพที่ 75
แสดงแบบใช้มือทา (HAND LAY-UP)



กรรมวิธีการผลิต

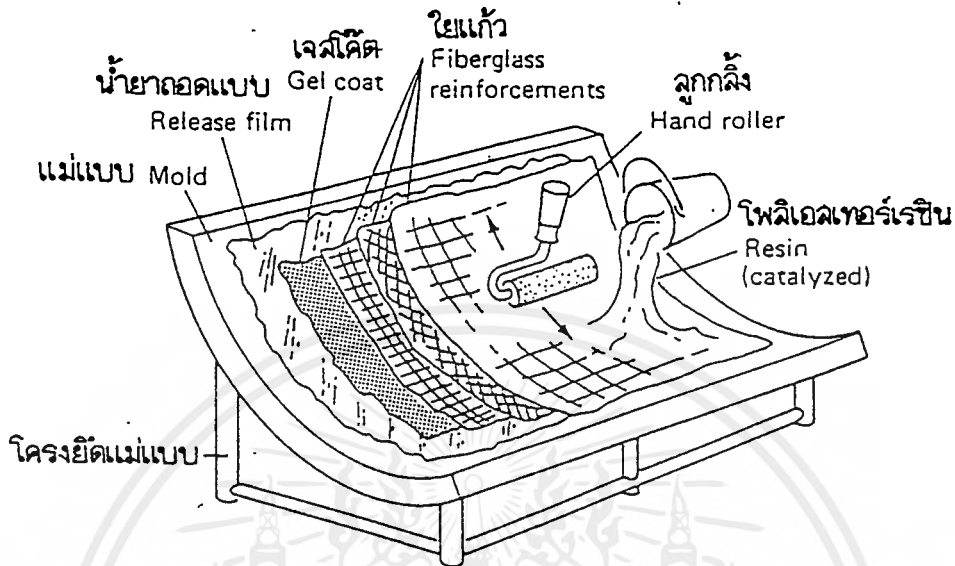
เป็นกรรมวิธีการผลิตที่ง่าย ลงทุนน้อยและนิยมใช้มากที่สุด เหมาะสำหรับผู้เริ่มทำและกิจการขนาดเล็ก แต่อย่างไรก็ตามกรรมวิธีการผลิตแบบนี้ สามารถกระทำได้ในกิจการขนาดใหญ่ และขึ้นอยู่กับขนาดและชนิดของชิ้นงานด้วย ชิ้นงานมีผิวเรียบด้านเดียว

ใบแก้วที่ใช้เป็นชนิดผืน เครื่องมือที่ใช้อาจเป็นแปรงหรือลูกกลิ้ง หรือทั้งสองอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 76

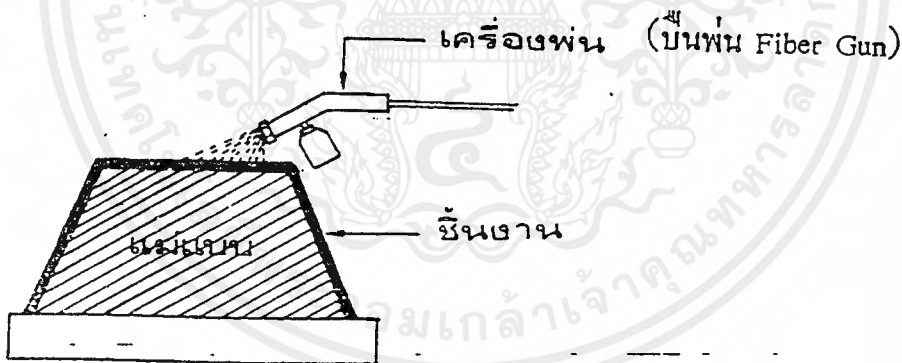
แสดงการผลิตไฟเบอร์กลาสแบบใช้มือทา



2. แบบใช้เครื่องพ่น (Spray - Up)

ภาพที่ 77

แบบใช้เครื่องพ่น (SPRAY - UP)



กรรมวิธีการผลิต

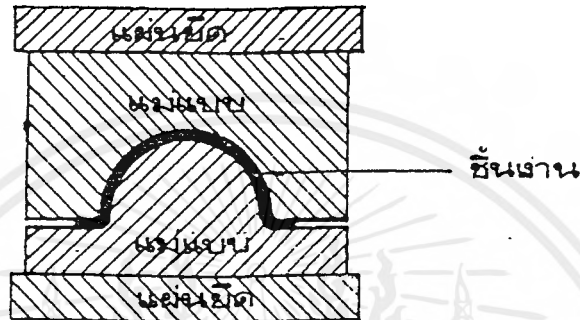
กรรมวิธีการผลิตเหมือนกับการใช้มือทา ผิดกันตรงที่กรรมวิธีแบบนี้ใยแก้วจะไม่ใช้ชนิดผืน แต่ใช้ใยแก้วชนิดเส้นยาวเป็นม้วนแล้วตัดให้เป็นท่อน ๆ พ่นออกพร้อมกับโพลีเอสเตอร์เรซินลงไปบนผิวหน้าของแม่แบบเลย และใช้ลูกกลิ้งและแปรงรัดทับช่วยอีกครั้ง แรงอัดจากเครื่องพ่นจะทำให้เส้นใยกับโพลีเอสเตอร์เรซินเกาะผิวหน้าอย่างสนิท กรรมวิธีแบบนี้ใช้กับการผลิตชิ้นงานที่มีจำนวนมาก ทำงานได้รวดเร็ว ชิ้นงานมีผิวเรียบด้านเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แบบใช้แม่แบบอัด (Matched molding)

ภาพที่ 78

แบบใช้แม่แบบอัด (MATCHED MOLDING)



กรรมวิธีการผลิตแบบแบบใช้แม่แบบอัด แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

- ก. แบบใช้แบบอัดร้อน (Hot press molding)
- ข. แบบใช้แม่แบบอัดเย็น (Cold press molding)

กรรมวิธีการผลิต

แบบใช้แม่แบบอัดร้อน เป็นกรรมวิธีการผลิตชิ้นงานที่ต้องการความแข็งแรงสูง ต้องใช้แรงอัดสูงและความร้อนประกอบการผลิต แม่แบบเป็นโลหะที่มีผิวเรียบเป็นมัน (Hardchrome) หรืออีพอกซีผสมผงโลหะก็ได้ ชิ้นงานมีผิวเรียบสองด้าน

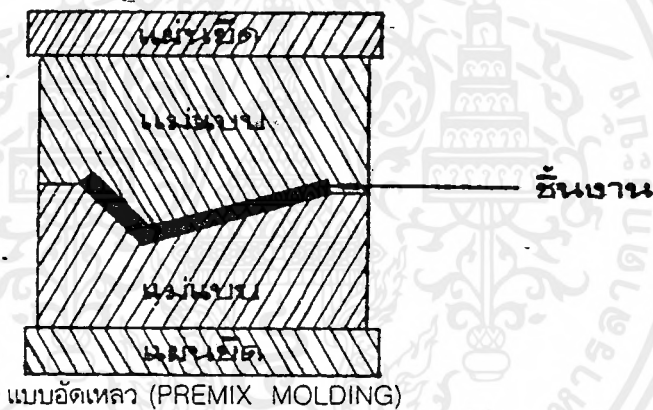
แบบใช้แม่แบบอัดเย็น เป็นกรรมวิธีการผลิตสำหรับชิ้นงานขนาดเล็ก ลงทุนต่ำ เครื่องกดใช้แบบเกลียวอัด น็อตขันยึดหรือใช้น้ำหนักกด แม่แบบเป็นไฟเบอร์กลาส ชิ้นงานมีผิวเรียบสองด้าน

4. แบบเอสเอ็มซี (SMC) หรือแบบใช้แม่แบบอัดส่วนผสมแผ่น
กรรมวิธีการผลิต

เหมือนกับแบบใช้แม่แบบอัด (Matched Molding) เพียงต้องเตรียมส่วนผสมให้เป็นแผ่นเสียก่อน เพื่อสะดวกในการทำงาน ลดเวลาในขั้นตอนการผลิต
กรรมวิธีการผลิตแบบเอสเอ็มซี (SMC) กำลังได้รับความนิยมมากในประเทศอุตสาหกรรมในขณะนี้

5. แบบอัดเหลว (Premix Molding)

ภาพที่ 79
แบบอัดเหลว (PREMIX MOLDING)



กรรมวิธีการผลิต

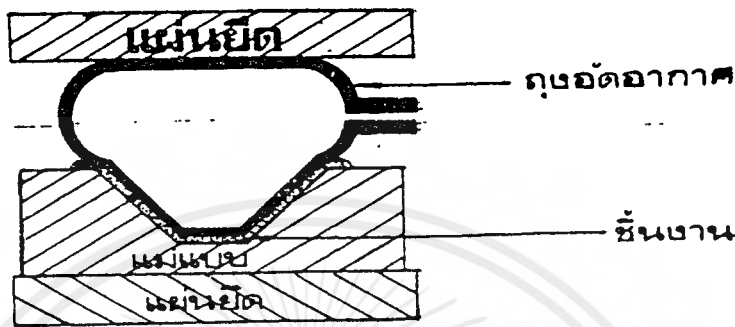
เหมือนกับแบบใช้แม่แบบอัด (Matched Molding) แต่ใช้ใยแก้วชนิดเส้นสั้น (Chopped Strands) ผสมกับโพลีเอสเตอร์เรซินคลุกกันเป็นก้อนแล้ววางลงบนแม่แบบในปริมาณที่พอดี กดแม่แบบ ให้ความร้อน ทิ้งให้แข็งตัวจึงถอดออกจากแม่แบบ

กรรมวิธีแบบนี้จะผลิตชิ้นงานได้รวดเร็วเหมาะสำหรับการผลิตชิ้นงานที่ต้องผลิตปริมาณมาก ๆ ชิ้นงานมีความแข็งแรงพอควร

6. แบบถุงอัดอากาศ (Pressure-Bag Molding)

ภาพที่ 80

แบบถุงอัดอากาศ (PRESSURE-BAG MOLDING)



แบบถุงอัดอากาศ (PRESSURE-BAG MOLDING)

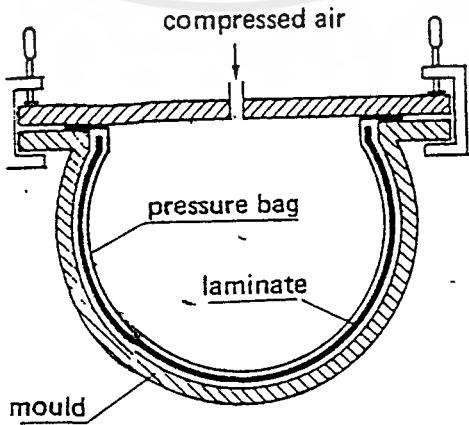
กรรมวิธีการผลิต

คล้ายกับกรรมวิธีแบบใช้มือทาและแบบใช้เครื่องพ่น คือวางแผ่นใยแก้วหรือแผ่นเส้นใยแก้ว พร้อมโพลีเอสเตอร์เรซินลงบนแม่แบบ วางถุงยางทับลงไป กดแผ่นยึด (Platen) ตอนบนลงห่างจากแม่แบบพอสมควร อัดอากาศเข้าไปในถุงยาง ถุงยางจะขยายตัวอัดใยแก้วผสมโพลีเอสเตอร์เรซินแนบสนิทกับแม่แบบตอล่างทิ้งไว้จนแข็งตัวจึงปล่อยอากาศออกจากถุง ถอดชิ้นงานออก

กรรมวิธีแบบนี้ใช้ผลิตชิ้นงานที่มีลักษณะพิเศษเท่านั้น ไม่นิยมใช้มากนัก

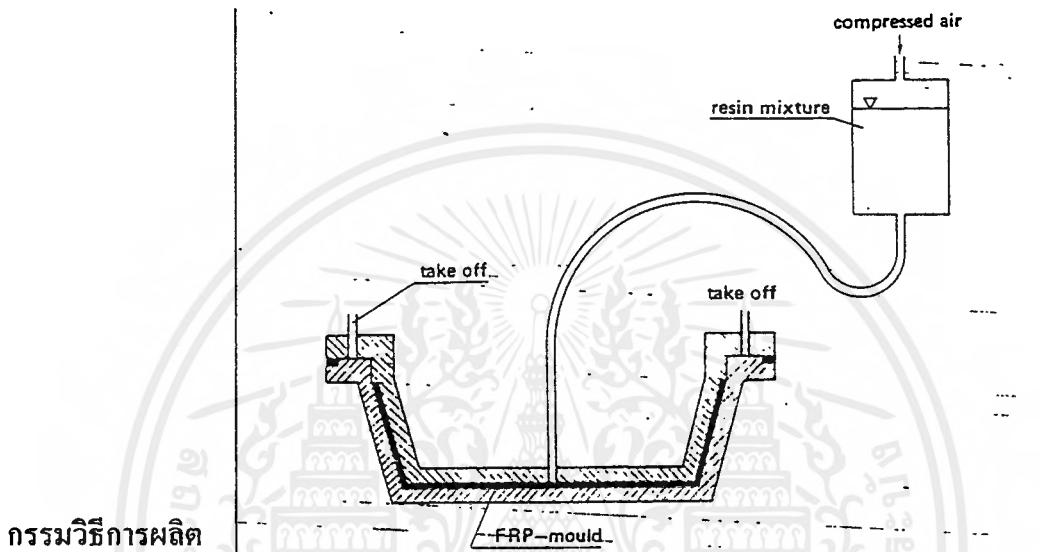
ภาพที่ 81

แบบถุงอัดอากาศ (PRESSURE-BAG MOLDING)



8. แบบรีด (InjectionMolding) หรือRTM (ResinTransfer Molding) หรือ (Resin Injection Molding)

ภาพที่ 84
แสดงแบบรีด



กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้เป็นชนิดที่กำลังได้รับการพัฒนามาใช้ผลิตในปัจจุบัน การลงทุนเรื่องเครื่องมือและอุปกรณ์ ไม่สูงมากนัก สามารถจะฝังชิ้นงานที่เป็น โลหะ ไม้หรือโฟมแข็งไว้ในชิ้นงานได้กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้ใช้ลมอัดต่ำ ประมาณไม่เกิน 10 KP/ ซม. โยแก้วชนิดผืนเส้นสั้น (Copped Strands Mat) เหมาะที่สุดสำหรับการใช้งานแต่น้ำยาประสานของผืนโยแก้วควรเป็นชนิดละลาย ในโพลีเอสเตอร์เรซินง่าย (Low Soluble Binder) และโพลีเอสเตอร์เรซินที่ใช้ ควรเป็นชนิดใส (Low Viscosity) หากจะใช้ชนิดธรรมดาควรเติมโมโนสไตรีนลง ไป ประมาณ 10-20%

กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้สามารถทำชิ้นงานที่มีรูปร่างกว้างขวางกว่าชนิดอื่น ๆ ที่กล่าวมาแล้ว ยกเว้นแบบใช้มือทาและแบบใช้เครื่องพ่น

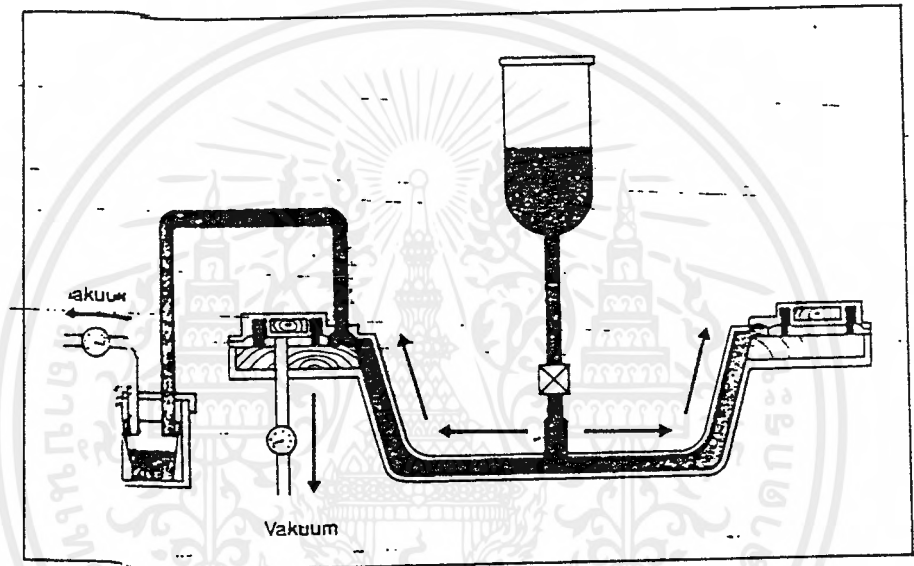
ในขณะเดียวกันได้มีการพัฒนาปรับปรุงระบบการผลิตแบบเดียวกันนี้ โดยบริษัท Owen-Corning แต่ใช้ชื่อว่า RMT (Resin Transfer Molding) ด้วยการเปลี่ยน ชนิดของโยแก้วไปใช้แบบโยแก้วชนิดผืนเส้นยาว (Continuous Strand mat)

กรรมวิธีแบบฉีดที่ปรับปรุงใหม่

โดยกระบอกดูดอากาศ (VACUUM) เพื่อช่วยกำจัดฟองอากาศและเร่งให้โพลีเอสเตอร์เรซินซึมเข้าแผ่นใยแก้วได้เร็วยิ่งขึ้น
มีหลายวิธีดังนี้

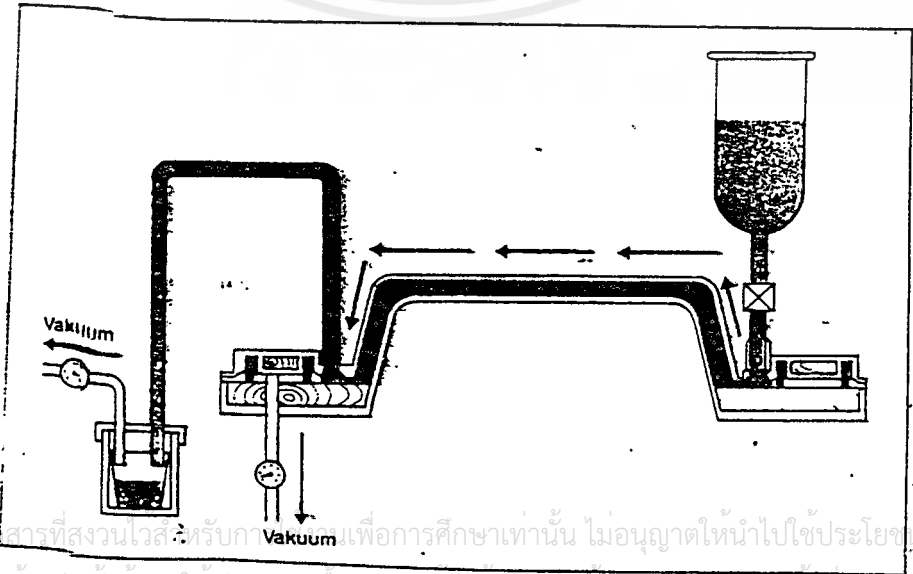
ภาพที่ 85

1. แบบฉีดตรงกลางและมีท่อดูดอากาศด้านข้าง



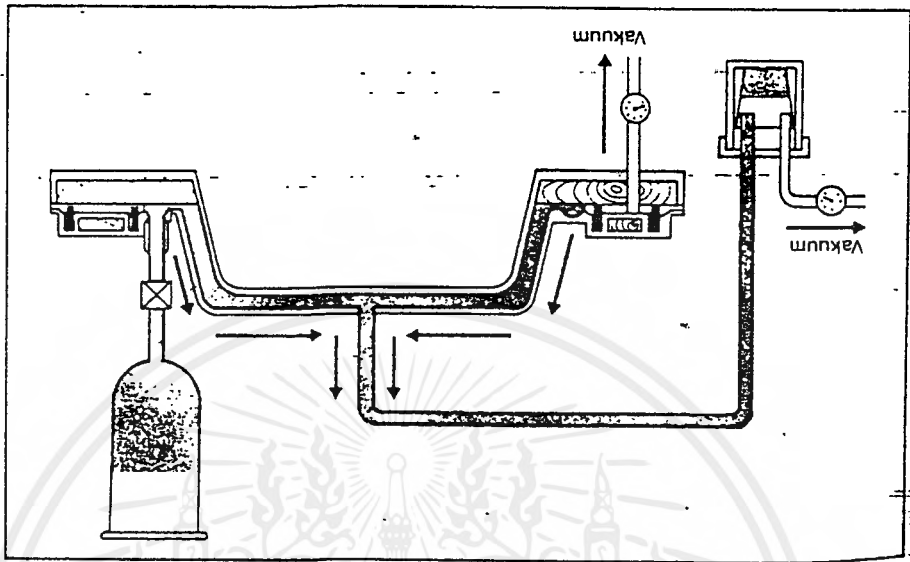
ภาพที่ 86

2. แบบฉีดด้านข้างขวา ท่อดูดอากาศอยู่ด้านซ้าย



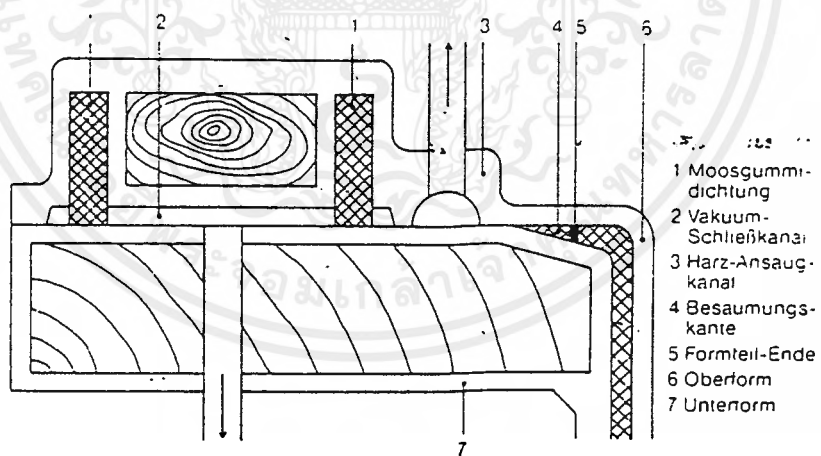
ภาพที่ 87

3. แบบฉีดด้านขวา ท่อดูดอากาศอยู่ตรงกลาง



ภาพที่ 88

ภาพขยายของแม่แบบและเส้นทางของท่อดูดอากาศ



1. แผ่นยางประกอบ

2. ช่องดูดอากาศ

3. ช่องดูดโพลีเอสเตอร์เรซิน

4. กรีป

5. ขอบชิ้นงาน

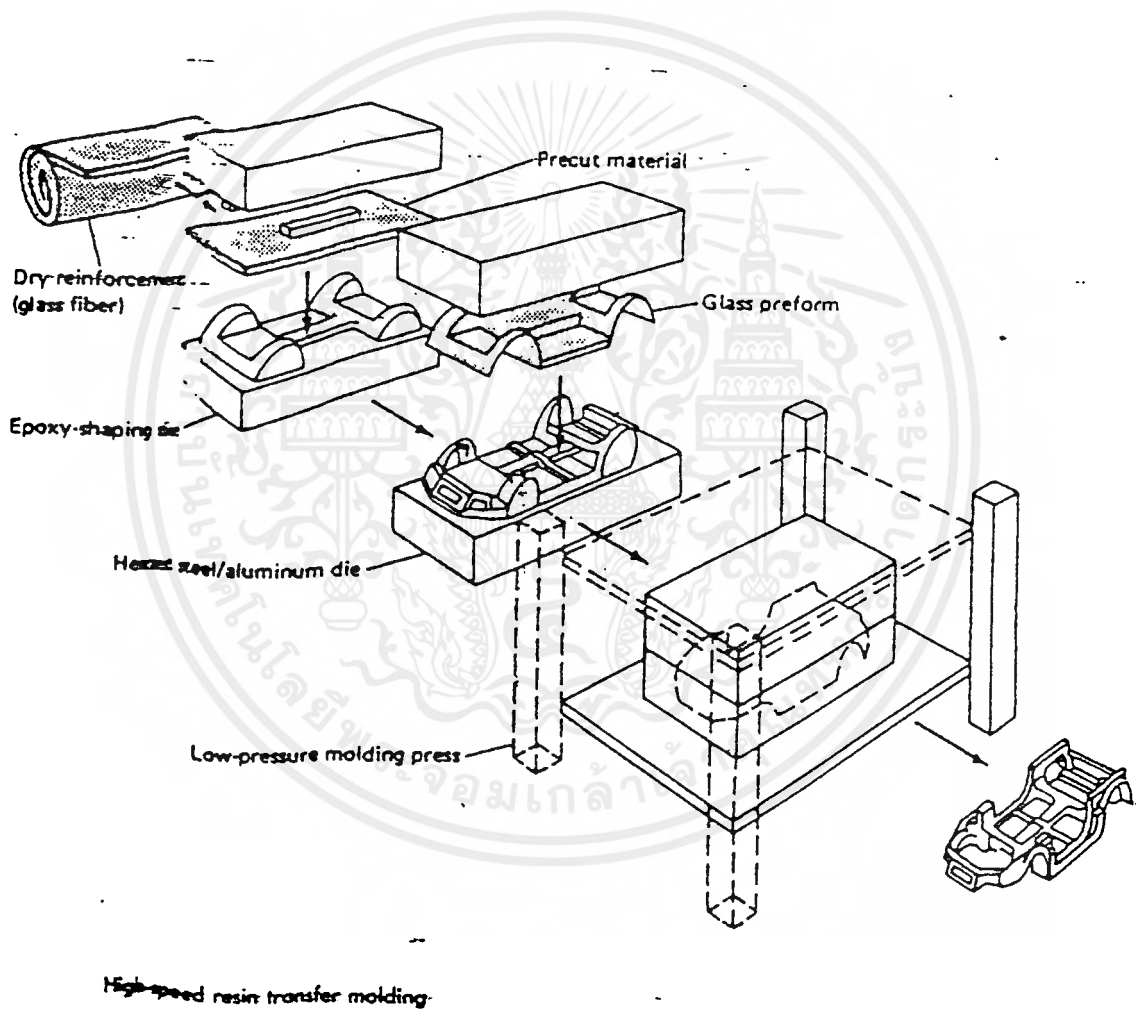
6. แม่แบบชั้นบน

7. แม่แบบชั้นล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรรมวิธีการผลิตแบบ RTM ชนิดไฮสปีด
High-Speed Resin Transfer Molding

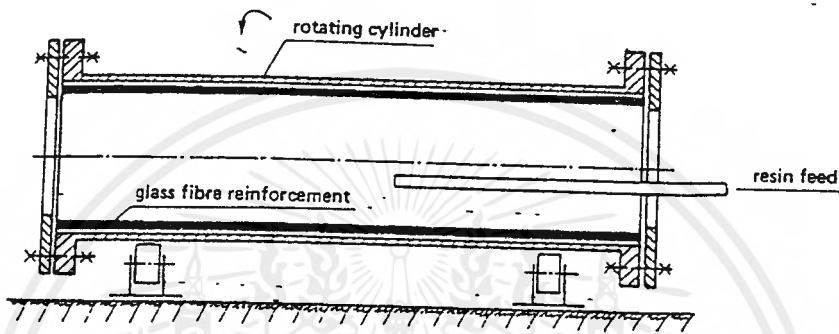
ภาพที่ 89
ขั้นตอนผลิตแบบ RTM (Resin Transfer Molding)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. แบบหล่อเหวี่ยง (Centrifugal Casting) หรือ (CRM (Continuous Rotation Molding)

ภาพที่ 90
แบบหล่อเหวี่ยง



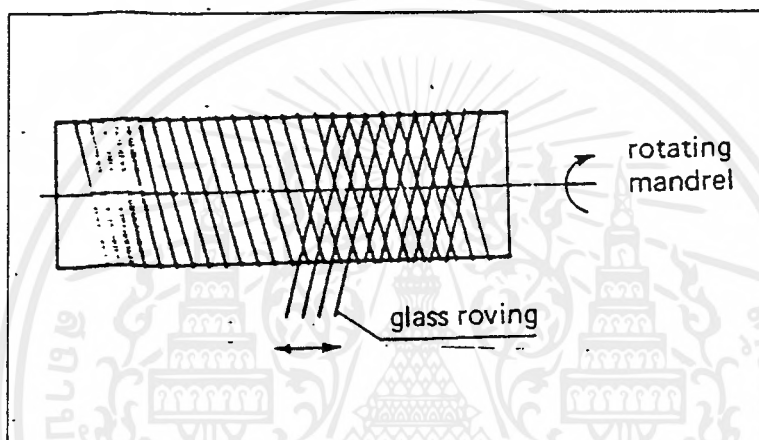
กรรมวิธีการผลิต กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้เหมาะสำหรับชิ้นงานที่มีรูปทรงกระบอกผิวนอกเรียบ เช่น ท่อน หรือถังไซโล แม่แบบจะเป็นโลหะแบ่งเป็นสองชั้น แม่แบบวางตั้งอยู่บนลูกกลิ้งที่จะหมุนให้แม่แบบหมุนไปรอบ ๆ ในอัตราเร็วตามที่กำหนด ใยแก้วที่ใช้มีลักษณะผืนขด (Coiled Glassfiber Mat or Fabric) โพลีเอสเตอร์เรซินถูกนำไปที่หัวฉีดที่ยื่นเข้าออกภายในแม่แบบได้ เมื่อโพลีเอสเตอร์เรซินถูกฉีดไปที่ผืนใยแก้วที่วางภายในแม่แบบและแม่แบบหมุนไปรอบ ๆ จะเกิดแรงเหวี่ยงทำให้ชิ้นงานมีความหนาเท่ากัน และผิวหน้าด้านในจะเรียบพอควร ผิวหน้าด้านติดกับแม่แบบจะเรียบกว่าเพื่อเร่งให้ชิ้นงานแข็งตัวเร็วขึ้นอาจใช้ลมร้อนเป่าหรือใช้หลอดไฟแสงอินฟราเรดช่วยก็ได้ และเมื่อชิ้นงานแข็งตัวจะมีการหดตัวเกิดขึ้น แยกแม่แบบออกจากกันโดยยกแม่แบบขึ้นหนึ่งก่อน ชิ้นงานจะร้อนออกจากแม่แบบเองโดยง่าย

10. แบบพันท่อ (Filament winding)

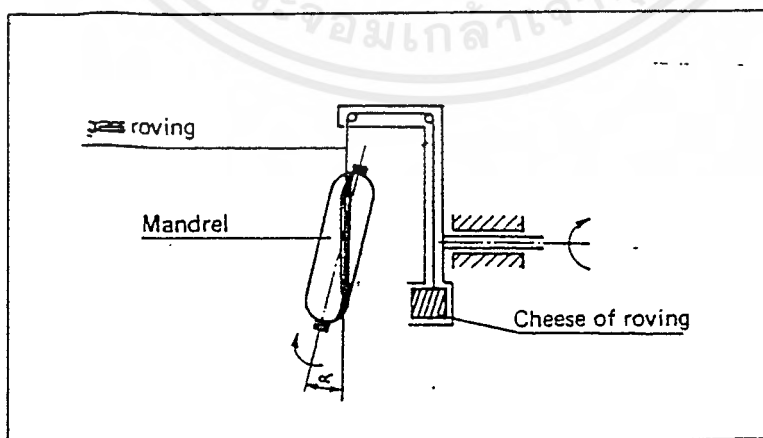
เป็นกรรมวิธีการผลิตชิ้นงานที่กลวงภายในเช่นท่อ หรือชิ้นงานรูปขวดชิ้นงานที่ผลิตต้องการใช้งานที่รับแรงอัดสูงมาก เช่น ท่อส่งของเหลวที่มีแรงดันสูง ชิ้นส่วนของจรวด (Rocket และ Missile) ชิ้นงานรูปท่อทรงกระบอกผิวเรียบ

กรรมวิธีการผลิตแบบพันท่อ แบ่งออกได้ 3 ระบบ คือ

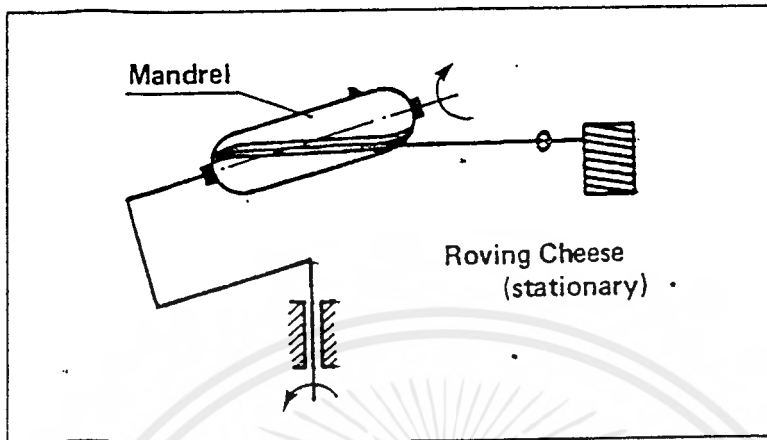
ก. ระบบพัน (AXIAL WINDING)



ข. ระบบเพลาทรี (PLANETARY WINDING)



ค. ระบบทัมเบลอร์ (TUMBLER SYSTEM)

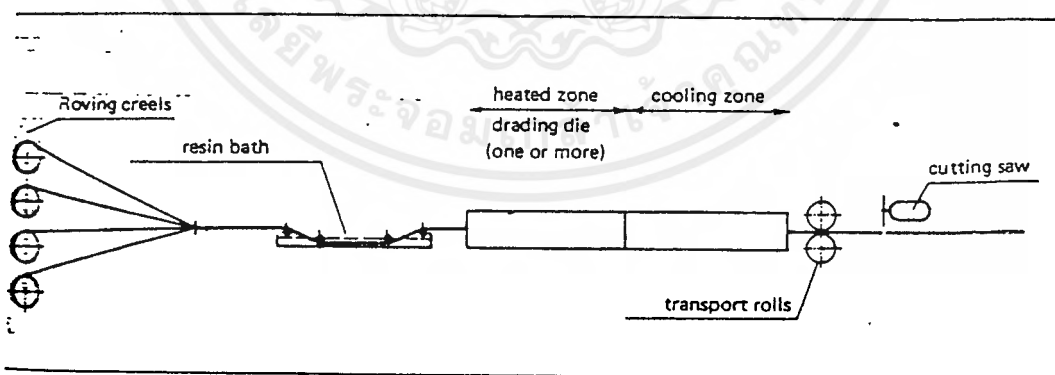


11. แบบการผลิตระบบความยาวต่อเนื่อง (Continuous Molding Process)

กรรมวิธีการผลิตแบบนี้ใช้สำหรับการผลิตชิ้นงานที่มีความยาวต่อเนื่องที่ ปริมาณการผลิต (Mass-Production) ลงทุนในเรื่องเครื่องจักรและอุปกรณ์สูง

กรรมวิธีการผลิตแบบระบบความยาวต่อเนื่องแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

11.1 ชนิดดึงรีดแนวยาว (CONTINUOUS PULTRUSION)



กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้ใช้ผลิตชิ้นงานที่มีความยาว และมีหน้าตัดขนาดเล็ก เช่น ท่อกลวง (Tube) แท่งตันยาว (Rod) ชิ้นงานรูปตัวยู (U) รูปตัวแอล (L) และรูปหน้าตัดอื่น ๆ

กันเบ็ดตกปลาใช้ผลิตจากกรรมวิธีการผลิตชนิดนี้ โดยผลิตเป็นแท่งตันยาว (ROD) เสียก่อนแล้วจึงเข้าเครื่องไส (Tapering) ให้เรียวลง จากนั้นจึงนำไปตกแต่งผิวภายหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการผลิตของกรรมวิธีการผลิตนี้เริ่มจากเส้นใยแก้ว (Roving) หลาย ๆ เส้นถูกดึงมารวมกันให้ผ่านถาดบรรจุโพลีเอสเตอร์เรซินแล้ววิ่งผ่านเข้าไปในแม่แบบรูปหน้าตัด (Die) ซึ่งร้อนวิ่งเข้าหาความร้อนที่เพื่อให้แข็งตัว จากนั้นจึงวิ่งเข้าสู่ตัวทำความเย็นให้ชิ้นงานเย็นลง ขั้นสุดท้ายจะวิ่งผ่านช่องตัดให้ได้ขนาดความยาวที่ต้องการ

11.2 ชนิดผลิตแผ่น (CONTINUOUS LAMINATION)

กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้ ใช้สำหรับผลิตชิ้นงานที่เป็นแผ่นเรียบหรือแผ่นลอนให้ทำหลังคาและสำหรับก่อสร้างอื่น ๆ

ขั้นตอนการผลิตเริ่มจากเทโพลีเอสเตอร์เรซินลงบนแผ่นรอง (Covering Sheet) ซึ่งเป็นฟิล์มไมลาร์แผ่นรองจะวิ่งต่อไปประกบกับเส้นใยแก้ว แล้ววิ่งผ่านเข้าเครื่องรีด (Squeezing Roll) จากนั้นจะมีแผ่นปิดทับ (Covering Sheet) เป็นฟิล์มไมลาร์ปิดทับบนเส้นใยแก้ว ทั้งหมดจะถูกรีดให้เรียบอีกครั้งแล้ววิ่งผ่านแม่แบบขึ้นรูป หากชิ้นงานเป็นลอน วิ่งผ่านต่อไปเข้าสู่อบความร้อนให้ แข็งตัว ผ่านต่อไปยังตัวทำความเย็น แผ่นฟิล์มไมลาร์ปิดทับและแผ่นรองจะถูกแยกออกจาก ม้วนเก็บ จากนั้นจึงผ่านเครื่องตัดขอบ และตัดขวางหรือถูกม้วนเก็บ หากชิ้นงานมีลอน กับแนว เครื่องที่ของสายพาน

ชิ้นงานที่ผลิตโดยกรรมวิธีชนิดผลิตแผ่นจะมีความเรียบทั้งสองด้าน

ฟิล์มไมลาร์เมื่อถูกใช้จนหมด จะถูกยกม้วนกลับไปทางด้านซ้ายอีกเพื่อจะได้ใช้ต่อไป

หลักเบื้องต้นของมอเตอร์ (พงศ์ สุวรรณปิฎก 2525 : หน้า 101-116)

1. มอเตอร์ คือ เครื่องมือที่ใช้เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล การหมุนของมอเตอร์เกิดจากแรงดึงดูดของแม่เหล็กขั้วต่างชนิดกัน และแรงผลักของแผ่นแม่เหล็กชนิดเดียวกัน

อุปกรณ์ไฟฟ้าเป็นตัวสำคัญที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับความต้องการเป็นอยู่ในชีวิตประจำวัน ไม่ว่าจะมาให้เห็นกันโดยตรง หรือจะมาให้เห็นทางอ้อมก็ตาม อุปกรณ์ตัวนี้ก็คือ มอเตอร์

มอเตอร์แบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 ประเภท คือ

1.1 มอเตอร์กระแสสลับ (AC. Motor)

1.2 มอเตอร์กระแสไฟตรง (DC. Motor)

จะขอลำดับถึงเฉพาะมอเตอร์กระแสไฟตรง ซึ่งนำไปใช้ในการออกแบบ

1.1 มอเตอร์ไฟตรง (Dc. Motor)

นิยามสั้น ๆ ของมอเตอร์ก็คือ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานกล โดยอาศัยหลักการดูดผลักรวมกันของสนามแม่เหล็ก

มอเตอร์ไฟตรงที่เรารู้จักกันทั่ว ๆ ไป และเห็นกันเป็นประจำก็คือมอเตอร์ที่ทำหน้าที่สตาร์ทเครื่องยนต์นั่นเอง หรือมีช่างมักเรียกกันว่าไคสตาร์ท (จริง ๆ แล้วน่าจะเรียกมอเตอร์สตาร์ทมากกว่า เพราะขณะนี้มันทำหน้าที่เป็นมอเตอร์ไม่ใช่ไคนาโมเหมือนตอนอัดไฟ แบตเตอรี่)

2. ชนิดของมอเตอร์ Type of Motor แบ่งออกเป็น

2.1 A.C. Motor (สลับ)

2.1.1 มอเตอร์เฟสเดียว Single Phase Motor

2.1.2 มอเตอร์หลายเฟส Poly Phase Motor

2.2 D.C. Motor (ตรง)

2.1 A.C. Motor (สลับ) ที่จะนำไปใช้กับเครื่องสแตนดาร์ด ซึ่งเป็นมอเตอร์แบบ Single Phase Induction Motor Capacitor Motor A.C. Motor แบบเฟสเดียว (Single Phase) แบ่งออกเป็น

2.1.1 สปลิตเฟสมอเตอร์ (Split-phase Motor)

2.1.2 คาแพซิเตอร์มอเตอร์ (Capacitor Motor)

2.1.3 รีพัลชันไทม์มอเตอร์ (Repulsion-type Motor)

2.1.1 สปลิทเฟสมอเตอร์ (Split-phase Motor) เป็น A.C. Motor มีแรงม้าน้อย (ต่ำกว่า 1 แรงม้า) ใช้กับเครื่องมือที่ต้องการแรงม้าน้อย ๆ เช่น เครื่องสูบน้ำ, เครื่องซักผ้า, เครื่องเป่าน้ำมัน และสว่านเจาะแบบกลวง มีส่วนประกอบใหญ่ 4 ส่วน คือ

2.1.1.1 ส่วนที่หมุน Rotor ประกอบด้วย

ก. แกนเหล็ก (Core)

ข. เพลา (Shaft)

ค. ขดลวด (Squird cage Winding)

2.1.1.2 ส่วนที่อยู่นิ่ง (Stator)

2.1.1.3 ฝาครอบมอเตอร์ (End Plates)

2.1.1.4 สวิตช์แรงเหวี่ยง (Centrifugal Switch)

2.1.2 คาแพซิเตอร์ มอเตอร์ (Capacitor Motor) มีขนาดแรงม้าตั้งแต่ 1/20 ถึง 10 แรงม้าใช้ในเครื่องทำความเย็น, ในเครื่องวัดความไหล หรือคอมเพรสเซอร์ในเครื่องซักผ้า และเครื่องปรับอากาศ ซึ่งต้องการ Torque ตอนเริ่มวิ่งสูง

การสร้างแคปไซเตอร์เหมือนกับ Split Phase Motor แต่มี Capacitor ที่ต่ออนุกรมเข้ากับขดลวดรันนิ่ง เกือบมีค่าเท่ากันความจริง Capacitor ก็คือ Split Phase Motor ที่ปรับปรุงให้ดีขึ้นให้มีทอร์กสูง คือตอนเริ่มวิ่งแทนที่จะให้ความต้านทานขดลวดช่วยสตาร์ทอย่าง Split Phase Motor แต่กลับใช้ Capacitor ต่ออนุกรมเข้ากับขดลวดสตาร์ทสูงตัว Capacitor ส่วนมากอยู่ข้างนอกบนตัวมอเตอร์ แคปไซเตอร์ Capacitor ที่ใช้มี 3 ชนิดคือ

2.1.2.1 ชนิดคาแพซิเตอร์เฉพาะตอนสตาร์ท

2.1.2.2 ชนิดใช้คาแพซิเตอร์มีค่าคงที่ ทั้งตอนสตาร์ทและตอนวิ่ง

2.1.2.3 ชนิดใช้คาแพซิเตอร์ ตอนสตาร์ทมีค่าหนึ่ง ตอนวิ่งมีค่าหนึ่ง

2.1.3 รีพัลชันไทน์มอเตอร์ (Repulsion-type Motor)

มอเตอร์ชนิด Repulsion มีชื่อเรียกทั่ว ๆ ไปว่ามอเตอร์เฟสเดียวชนิด wound rotor motor ชนิดนี้มีทอร์กตอนสตาร์ทสูง และมีความเร็วคงที่ ดังนั้น จึงนำไปใช้กับงานที่ซึ่งต้องการแรงหมุนสูง ๆ เช่น ในเครื่องอัดลม ตู้เย็น เครื่องสูบน้ำขนาดใหญ่ แบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ

2.1.3.1 Repulsion Motor เป็นมอเตอร์เฟสเดียว ซึ่งมีขดลวดส่วนหนึ่งต่ออยู่กับที่ Supply และขดลวดส่วนหมุนต่ออยู่กับ Commutator แปรงถ่านซึ่งวางอยู่บน Commutator จะต่อเข้าด้วยกัน และจะวางอยู่ในแกนแม่เหล็กทำมุมกับแกนแม่เหล็ก มอเตอร์ชนิดนี้สามารถเปลี่ยนความเร็วได้

2.1.3.2 Repulsion Start Induction Motor เนื่องจากมีขดลวดส่วนหนึ่งแบบเดียวกัน Repulsion Motor ดังนั้นมอเตอร์ชนิดนี้จึงมีสสารทแบบ Repulsion Motor เมื่อมอเตอร์

Winding ดังนั้น มอเตอร์จึงมีแบบ Induction Motor เช่นมอเตอร์ Split Phase มีความเร็วคงที่

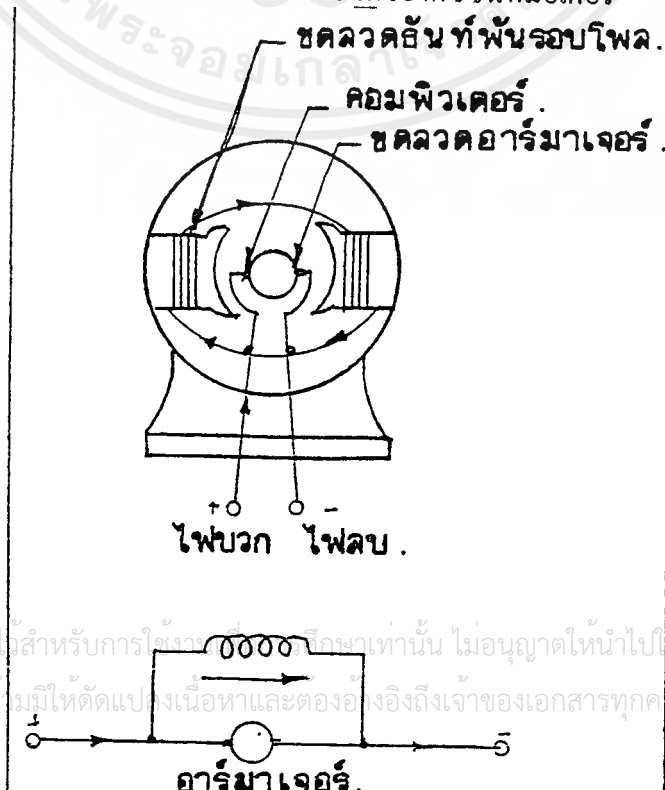
2.1.3.3 Repulsion Induction Motor มีขดลวดส่วนหนึ่งแบบเดียวกับมอเตอร์ชนิดที่กล่าวชนิดนี้จะพันแบบ Repulsion Motor Squired Cage ชุดหนึ่งขณะเริ่มสตาร์ท ทอร์คของส่วนหมุนจะเกิดจากขดลวดพันแบบ Squired Cage หลังจากมอเตอร์เริ่มหมุน จะเหนี่ยวนำให้เกิดทอร์คในขดลวด Squired Cage ดังนั้น จะทำให้เกิดทอร์คมาช่วยเสริมกับทอร์คที่จะเกิด บ่อย ๆ ลดลงเนื่องจากความเร็วที่เพิ่มขึ้นทำให้ Voltage ลดลงเมื่อมอเตอร์วิ่งถึงความเร็วสูงสุด Synchronous Speed ทอร์คที่เกิดขึ้นจะเป็นผลบวก Squired Cage ของขดลวด Squired Cage Winding และขดลวด Repulsion แต่ถ้ามอเตอร์วิ่งเกินความเร็วสูงสุดทอร์คที่เกิดขึ้นจะเป็นผลต่าง

2.2.1 ดีซีชันท่อมอเตอร์ (D.C. Shunt Motor)

ในดีซีชันท่อมอเตอร์นี้สนามแม่เหล็กจะมี 2 ชุด ชุดแรกเป็นชุดใหญ่ซึ่งพันอยู่รอบทุ่นอาร์มาเจอร์ (หัวหมุน) กระแสส่วนใหญ่จะไหลเข้าสู่ขดลวดอาร์มาเจอร์ในขณะที่ทำงาน ความเร็วในการหมุนของตัวมอเตอร์นั้นค่อนข้างคงที่ จะตกลงบ้างเมื่อกระแสมากขึ้น หรือโหลดมากขึ้นนั่นเอง ดีซีชันท่อมอเตอร์ใช้ในการควบคุมโหลด ที่มีความเร็วตกลงตามแรงหมุน โหลดบางชนิด เช่น พัดลม และปั้มน้ำ จะมีความเร็วลดลง เมื่อแรงหมุนลดลง

ภาพที่ 91

แสดงโครงสร้างการพันลวดของดีซีชันท่อมอเตอร์



2.2.2 ดีซีซีเรียมอเตอร์ (D.C. Series Motor)

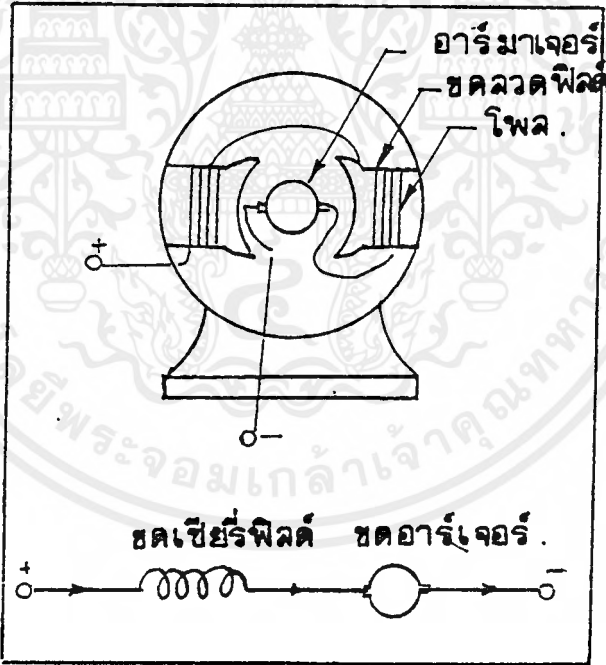
มอเตอร์ชนิดนี้ถ้าโหลดมากความเร็วจะตก ดังนั้น ความเร็วสูงมากขณะที่แรงหมุนหรือโหลดลดลง ผลอันนี้เองทำให้เราต้องต่อโหลดให้กับซีเรียมอเตอร์เสมอ มิฉะนั้นมอเตอร์จะมีความเร็วสูงขึ้นมากจนอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น แบรี คอมพิวเตอร์ แปรงถ่าน ฯลฯ

งานที่ใช้มอเตอร์ชนิดนี้ส่วนใหญ่ต้องการแรงหมุน เริ่มต้นสูง ๆ แต่พอทำงานไปแล้วความเร็วเพิ่มขึ้น แรงหมุนลดลง เช่น พกยกกรร (fork lift truck) รถเครน (crane) รอกยก (choist) เป็นต้น

มอเตอร์แบบนี้ให้แรงหมุนเริ่มแรกสูงถึง 500% ของค่าเต็มพิกัด ซึ่งมากกว่าแรงหมุนสูงสุดที่ชั้นทมอเตอร์ทำได้

ภาพที่ 92

แสดงโครงสร้างการพันลวดของดีซีซีเรียมอเตอร์



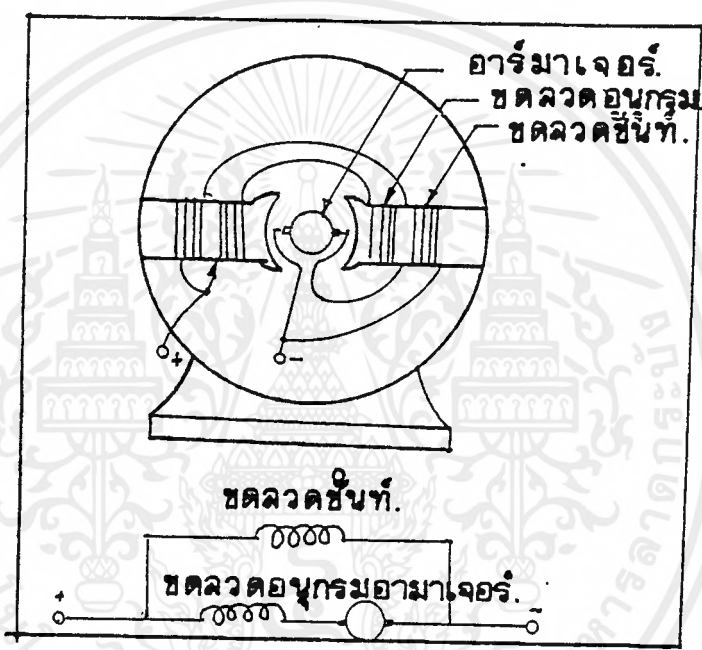
2.2.3 ดีซีคอมเปาว์นมอเตอร์ (D.C. Compeud Motor)

เป็นมอเตอร์ที่เกิดจากการเอาลักษณะสมบัติของจันท์ และซีเรียมารวมกัน ออกมาได้โครงสร้าง

ลักษณะสมบัติของคอมเปาว์มอเตอร์นั้นอยู่ถึง ๆ ระหว่างมอเตอร์ 2 ชนิดที่กล่าวมาแล้ว โดยความเร็วจะไม่เพิ่มค่าสูงมากนัก เมื่อโหลดลดลง ทำให้สามารถใช้งานได้กว้างขวางขึ้นกว่ามอเตอร์แบบเขียร์ และให้แรงหมุนเริ่มต้นได้สูงกว่าซันท์มอเตอร์

ภาพที่ 93

แสดงลักษณะโครงสร้างภายในของดีซีคอมเปาว์มอเตอร์



ตารางที่ 22
แสดงเปรียบเทียบคุณสมบัติมอเตอร์ 2 ชนิด

ข้อเปรียบเทียบ	มอเตอร์ ไฟตรง D.C.	มอเตอร์ไฟสลับ A.C.		
		อินดักชันมอเตอร์		ซิงโครนัส มอเตอร์
		เฟสเดียว	3 เฟส	
1. วิ่งความเร็วเต็มโหลด	ได้	ได้	ได้	ได้
2. ความเร็วรอบคงที่	ไม่เชิง	ค่อนข้างคงที่	ค่อนข้างคงที่	คงที่มาก
3. วิ่งความเร็วที่ซิงโครนัส	ไม่เลย	ต่ำกว่าเล็กน้อย	ต่ำกว่าเล็กน้อย	ได้
4. ปรับความเร็วได้	ใช่	ไม่ได้	เฉพาะแบบ วาวด์โรเตอร์	ไม่ได้
5. หลายความเร็วรอบ เช่น 7,501,000 Room	ไม่ได้	บางแบบทำได้	ทำได้	ทำได้
6. วิ่งความเร็วเกินขนาด (over speed)	ได้	ได้	ได้	ได้
7. กลับทิศทางได้	ได้	ได้บางแบบ	ได้	ได้
8. เพาเวอร์แฟคเตอร์	ต่ำกว่า 1 log	เฟสเดียว	ต่ำกว่า 1 log	อาจจะไปเป็น lead PF ขึ้น กับกระแสฟลักซ์
9. แรงหมุนเริ่มแรก	ค่อนข้างสูง	ต่ำกว่า 1 log ขึ้นกับ ชนิดมอเตอร์	100-300% ของ แรงหมุนตาม พิกัด	

- ซึ่งปกติตัวมอเตอร์จะปรับความเร็วเองไม่ได้ นอกจากเราจะดัดแปลง เช่น เปลี่ยนความถี่ไฟ
สลับหรืออื่น ๆ

3. การติดตั้งมอเตอร์ (ที่มา-วิเคราะห์และออกแบบการควบคุมมอเตอร์ : โยธิน เปรมปร)

ต้องคำนึงถึงความสะดวกในการติดตั้ง, ซ่อม, ตรวจสอบ นอกจากนั้นสภาพของอากาศว่ามีความชื้น, ฝุ่นละออง หรือก๊าซต่าง ๆ มากน้อยเพียงไร ก็เป็นตัวกำหนดว่าจะต้องใช้มอเตอร์ที่มีโครงสร้างมิดชิดแค่ไหน

ฐานรองรับของมอเตอร์จะต้องได้ระดับ (ถ้าเป็นการติดตั้งตามแนวนอน) และอิสระจากการสั่นสะเทือนทั่ว ๆ ไป จะใช้ฐานทำด้วยคอนกรีต หล่อยกพื้นขึ้นมาแล้วยึดตัวมอเตอร์เข้าไว้ด้วยโบลท์หรือสลัก (bolt of stud) สำหรับการส่งแรงจากมอเตอร์ไปยังโหลด โดยการใช้สายพานยึดนั้น ตัวมอเตอร์จะต้องยึดอยู่บนรางเลื่อน เพื่อสามารถที่จะปรับแนวและความตึงของสายพานได้

4. การสวมมู่เล่เข้ากับแกนมอเตอร์

ในการที่จะเชื่อมต่อโยระหว่างมอเตอร์กับโหลด จำเป็นที่จะต้องใช้กัปปลิง (ตัวเชื่อมต่อ) จัดสวมเข้าไปยังแกนมอเตอร์ ซึ่งการอัดกัปปลิงเข้ากับแกนมอเตอร์ได้แน่นนั้น อาจใช้แท่งเหล็กทำเป็นลิ้มตอกเป็นเคียวเข้าไปในร่องแกนมอเตอร์ ถ้าแกนมอเตอร์ไม่มีเคียว การอัดกัปปลิงเข้าไปก็ต้องใช้ความร้อนช่วย โดยการร่นไฟให้กัปปลิง อุณหภูมิสูงขึ้นราว ๆ 60 องศาเซนติเกรด แล้วรับอัดแกนเข้าไป เมื่อเย็นตัวลงก็จะรัดแน่น เราก็เอาแหวนล็อกตรงปลายไว้อีกที

5. การเล็งแนวและตั้งศูนย์มอเตอร์ (Motor Alignment)

การตั้งศูนย์นับว่าเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด ในการติดตั้งมอเตอร์ เพราะการเล็งศูนย์ที่ผิดพลาดจะทำให้แบร์ริงหรือลูกปืนในมอเตอร์เสียหายก่อนอายุ เกิดการสั่นสะเทือนขณะใช้งานหรือแกนมอเตอร์อาจจะบิดเบี้ยวหรือแตกหักได้ ถ้าสังเกตเห็นความสั่นสะเทือนขณะใช้งานผิดปกติ ก็คาดการณ์ได้เลยว่า เป็นเพราะตั้งศูนย์ไม่ดี ซึ่งต้องรีบตรวจสอบโดยทันที

การที่จะรู้ว่าแกนมอเตอร์กับแกนของโหลด ที่มาต่ออยู่ในแนวเดียวกันหรือไม่หาได้โดยวัดระยะ X ซึ่งเป็นระยะห่างระหว่างริมนอกของกัปปลิงทั้งสองตัวของทั้งสอง แกนการวัดทำได้โดยใช้เกย์ที่เรียกว่า Eceler gauge วัดจุดใดจุดหนึ่งบนริมนอกของกัปปลิงแล้วหมุนไป 90 องศา ทำการวัดอีกครั้ง ต่อไปก็หมุนเป็น 180 องศา และ 270 องศา ถ้าระยะที่วัดได้ทั้ง 4 ครั้งตรงกัน ก็เป็นอันว่าแกนขนานกัน (ค่าที่ถือว่าตรงกัน หมายถึง ค่าที่มีความหมายผิดพลาดต่างกันไม่เกิน 0.05 มิลลิเมตร หรือ 0.002 นิ้ว)

วิธีวัดแนวศูนย์ที่ดีที่สุดในทางปฏิบัติ คือการใช้เกย์วัด 2 ตัว (two Dial gauge) ติดเข้ากับแกนและกัปปลิง ซึ่งเกย์ทั้งสองนี้จะต้องวัดแนวคนละแนวกัน ตัวแรกจะวัดระยะตามแนวแกนอีก

ตัววัดตามแนวรัศมี หมุนแกนช้า ๆ และดูเข็มบอกระยะบนเกลียวก็จะได้รู้ทันทีว่าจุดใดต้องการปรับแต่ง และในแนวใด

ระบบการตั้งเวลา

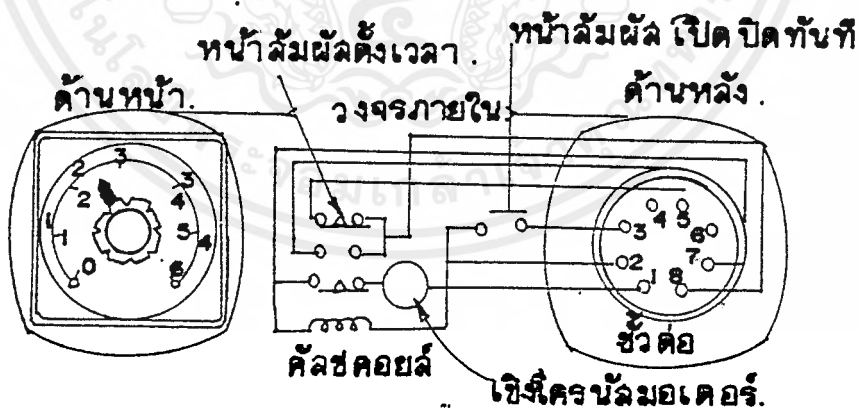
1. ตัวตั้งเวลาหรือไทมเมอร์ (Timer)

ตัวตั้งเวลา หมายถึง อุปกรณ์ที่เมื่อได้รับสัญญาณที่เป็นไฟฟ้าหรือทางกลหน้าสัมผัส ภายใน ยังจะไม่เปิดหรือปิดทันที แต่จะมีหน่วยเวลาออกไปตามเวลาที่ได้อ้างอิงไว้ เมื่อครบเวลานั้น หน้าสัมผัสก็จะปิดหรือเปิด ตัวตั้งเวลาเป็นรีเลย์ ที่มีการหน่วยเวลานั่นเอง

ตัวตั้งเวลาชนิดมอเตอร์เป็นตัวตั้งเวลาที่ภายในมีซิงโครมอเตอร์ (Synchronous motor) ซึ่งจะหมุนด้วยความเร็วคงที่ตามความถี่ของไฟสลับ การหมุนด้วยความเร็วคงที่นี้ จะเป็นมาตรฐาน ที่นี้จะเป็นมาตรฐานที่จะใช้ในการกำหนดเวลาที่ห่าง นอกจากนั้นภายในยังมีคลัทช์ (clutch) และกลไกกลจำนวนเฟือง เพื่อใช้ทอเวลาให้ยาวนานขึ้น ตัวตั้งเวลาชนิดนี้สามารถตั้งเวลาได้ยาวนาน มีเสถียรภาพในการทำงานได้ดีเลิศ

ภาพที่ 94

แสดงการทำงานของระบบตั้งเวลา

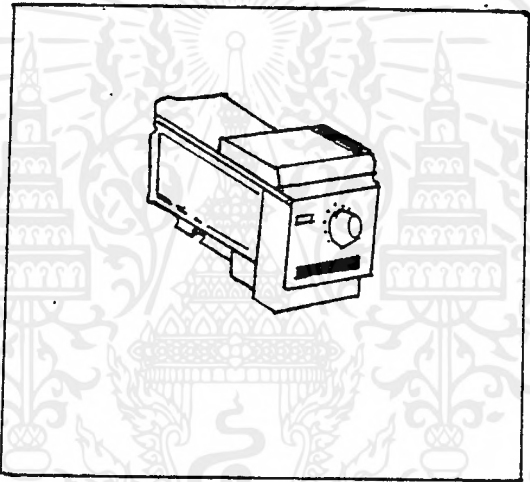


ภาพที่ 94 เป็นรูปแสดงการต่อสายของวงจรภายในตัวตั้งเวลาชนิดนี้ จะเห็นว่าวงจรไฟสลับที่จ่ายให้ชิงโครน์สมอเตอร์กับวงจรทางด้านหน้าสัมผัส ซึ่งมีการตั้งเวลาจะแยกจากกันทางด้านไฟฟ้า

นอกจากตัวตั้งเวลาชนิดมอเตอร์นี้แล้ว ยังมีตัวตั้งเวลาที่อาศัยคุณสมบัติของลมหรือน้ำมันในการหน่วงเวลา ตัวตั้งเวลาชนิดนี้มักจะใช้ในกรณีที่ไมต้องการความเที่ยงตรงของเวลามากนัก ในกรณีที่มิต้องการความเที่ยงตรงของเวลาหน่วง ควรใช้ตัวตั้งเวลาอิเล็กทรอนิกส์

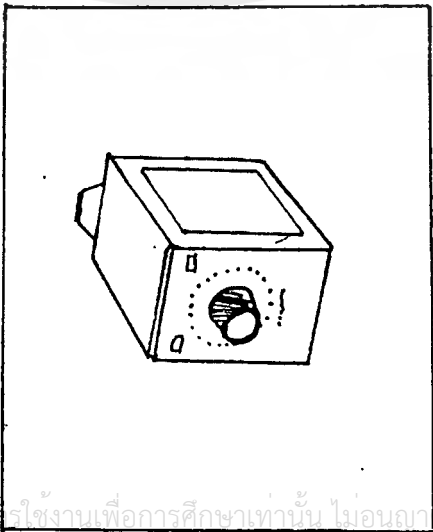
ภาพที่ 95

แสดงตัวตั้งเวลาชนิดลม (pneumatic timer)



ภาพที่ 96

แสดงตัวตั้งเวลาอิเล็กทรอนิกส์ (electronic timer)



การทำงาน เป็นดังนี้

- 1.1 เมื่อมีแรงดันไฟสลับคร่อมระหว่างขั้ว 2 และ 7 ของฟอกเกท จะทำให้มีกระแสไหลเข้า คลัทช์คอยล์ (clutchcoil) คอยล์จะดูดให้กลไกของคลัทช์ทำงาน
- 1.2 ในขณะเดียวกันจะมีกระแสไหลเข้ามอเตอร์ ทำให้มอเตอร์เริ่มหมุน
- 1.3 หน้าสัมผัสที่อยู่ใกล้คลัทช์คอยล์ จะถูกดูดให้หน้าสัมผัสปิดทันที
- 1.4 เมื่อมอเตอร์หมุน และคลัทช์ทำงานการหมุนจะส่งต่อออกไปหมุนแกน ซึ่งมีขดลวดสปริงพันโดยรอบ ทิศทางการหมุนจะต้องต้านกับแรงสปริง
- 1.5 แผ่นหมุนที่อยู่ตรงปลายของแกนหมุน จะมีกระเดื่อง ซึ่งไว้สำหรับเตะกลไกของหน้าสัมผัสหน่วงเวลา ซึ่งเป็นหน้าสัมผัสสัญญาณออกเราสามารถหมุนตั้งตำแหน่งของแผ่นหมุนได้ โดยการปรับปุ่มซึ่งอยู่ภายนอกเครื่อง การตั้งตำแหน่งของแผ่นหมุนก็คือ การตั้งเวลานั่นเอง
- 1.6 เมื่อครบเวลาที่ตั้งไว้กระเดื่องของแผ่นหมุน จะทำให้กลไกของหน้าสัมผัสทำงาน เมื่อหน้าสัมผัสเปิด มอเตอร์ซึ่งต่อผ่านหน้าสัมผัสนั้นจะหยุดหมุน
- 1.7 แม้มอเตอร์จะหยุดหมุน หน้าสัมผัสยังคงสภาพอยู่ ตัวตั้งเวลาจะหยุดทำงาน เมื่อปลดแรงดันไฟสลับที่คร่อมขั้ว 2 และ 7 ออก ซึ่งจะทำให้คลัทช์คอยล์หยุดทำงาน แกนจะหมุนกลับที่เดิมซึ่งด้วยแรงของขดลวดสปริง

2. ระบบของนาฬิกาไขลานอัตโนมัติ

แม้ว่านาฬิกาที่ทำงานด้วยลาน จะถูกนาฬิกาควอตซ์ตีตลาดดอยร่นไม่เป็นขบวนเลยก็ตาม แต่นาฬิกาแลนก็มีข้อดีที่ซึ่งผู้ใช้ไม่เคยลืม ได้แก่ความทนทานสมบุกสมบันของมัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งนาฬิกาไขลานอัตโนมัติ นับว่าให้ความสะดวกและประหยัดแก่ผู้ใช้อย่างมาก ถ้าเราจะสืบสาวความเป็นมาของนาฬิกาประเภทนี้ ก็ต้องย้อนหลังไปดูเครื่องนับก้าว ตั้งแต่เมื่อปี พ.ศ. 2295 เครื่องนับก้าวดังกล่าวนี้ประกอบด้วย ก้อนน้ำหนักแกว่งซึ่งจะไปหมุนล้อน้กก้าวอีกต่อหนึ่งในราว

ช่วง 20 ปี ถัดจากนั้นก็ได้มีการสร้างนาฬิกาไขลานอัตโนมัติออกมาอย่างมากมาย จวบจนปี พ.ศ. 2436 ชาวสวิสเจ้าแห่งนาฬิกา จึงได้ทำการผลิตนาฬิกาไขลานอัตโนมัติในเชิงอุตสาหกรรมขึ้น แต่สำหรับนาฬิกาข้อมืออัตโนมัติเรือนแรกนั้น ประดิษฐ์ขึ้นโดยชาวอังกฤษ ชื่อ โทมัส ชาร์วิน เมื่อปี พ.ศ. 2472

2.1 ระบบป้องกันการไหลานเกินขีด

เนื่องจากจักรลอกจะแกว่งเสมอตามท่าที่ผู้สวมนาฬิกามีการเคลื่อนไหว จึงอาจเปิดช่องให้คนเกียจคร้านถือเป็นข้ออ้างอยู่เฉย ๆ ไม่ยอมทำงานเพราะเกรงลานนาฬิกาจะขาดได้ เรื่องนี้ผู้ประดิษฐ์ได้ป้องกันไว้เรียบร้อยแล้ว กล่าวคือ เขาจะให้ลานนาฬิกาพันรอบเพลายู่ภายในวงล้อปลายนอกของลานนาฬิกาจะเป็นแถบสปริงที่ค่อนข้างแข็ง แถบสปริงนี้จะแตะกับผนังด้านในของวงล้อ ทำหน้าที่เหมือนคลัทช์ในขณะที่ลานนาฬิกาถูกไขไว้แต่เพียงพอประมาณ แถบสปริงจะแนบติดกับภายในของวงล้อ เพื่อเพลามุนก็จะหมุนลานนาฬิกาให้แน่นขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งลานนาฬิกาตึงเต็มที่ ก็จะดึงแถบสปริงออกจากผนังวงล้อ ดังนั้น หากเพลายังคงหมุนต่อไป แถบสปริงจะเพียงแต่ไถลครูดไปตามผนังภายในวงล้อ โดยไม่ทำให้ลานนาฬิกาแน่นขึ้นแต่ประการใด รอจนกว่าลานอ่อนลงไปแล้ว แถบสปริงจึงจะกลับแนบติดกับภายในวงล้อ พร้อมทั้งจะทำให้มีการไขลานอีกครั้งหนึ่ง (รูปที่ 64)

3. นาฬิกาแผ่นตัวเลข

เหตุที่นาฬิกาแสดงเวลาด้วยแผ่นตัวเลขได้รับความนิยม มักเนื่องมาจากหลักการของการใช้แผ่นพับแสดงตัวเลขขนาดใหญ่บอกเวลานั้น สามารถออกแบบให้ทำงานได้ด้วยกลไกง่าย ๆ อีกทั้งยังขจัดปัญหาในการที่จะต้องเพ่งดู จิตบอกชั่วโมง นาที บนเข็มหน้าปัดของนาฬิกาแบบเข็มให้หมดไป สำหรับกลไกที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของแผ่นพับแสดงตัวเลขบอกเวลานั้น ใช้หลักการเช่นเดียวกับที่ใช้อยู่ในตู้ภาพยนต์ ที่ใช้มือหมุนในสมัยก่อน กล่าวคือ เมื่อใช้มือหมุนก้านหมุน แผ่นพับจะพลิกพับซ้อนกันไปแผ่นต่อแผ่นอย่างต่อเนื่อง โดยการควบคุมของก้านจับแผ่นพับซึ่งยึดอยู่กับที่ สำหรับนาฬิกาแสดงเวลาด้วยแผ่นตัวเลขนี้ จะใช้กลไกการผลิตแผ่นตัวเลขอย่างช้า ๆ 2 ชุดแยกกันโดยชุดหนึ่งจะทำให้หน้าที่พลิกแผ่นตัวเลขแสดงเวลาเป็นนาฬิกาทุก ๆ นาที และอีกชุดหนึ่งจะพลิกแผ่นตัวเลขแสดงเวลาเป็นชั่วโมงทุก ๆ ชั่วโมง

บนกระบอกแผ่นพับบอกชั่วโมงจะมีชุดของแผ่นพับ ซึ่งเขียนเลขและอักษรบอกชั่วโมงเรียงกันไปจาก 1 PM ถึง 12 PM และ 1 AM ถึง 12 AM โดยแต่ละชั่วโมงนั้นจะใช้แผ่นพับ 1 คู่ (2 แผ่น) สำหรับแสดงตัวเลขบอกเวลา ดังนั้น จะมีแผ่นพับทั้งหมด 48 แผ่น บนกระบอกแผ่นพับบอกชั่วโมง ในระหว่างครึ่งชั่วโมงแรกของแต่ละชั่วโมง แผ่นพับแผ่นแรกของแต่ละคู่ของแผ่นพับบอกชั่วโมง จะถูกกันไว้มิให้พับลงมาด้านหน้าก้านจับแผ่นพับ ซึ่งยึดติดกับตัวเรือนนาฬิกา เมื่อครบครึ่งชั่วโมงหลังของแต่ละชั่วโมง การหมุนตัวของกระบอกแผ่นพับบอกชั่วโมง จะทำให้แผ่นพับแผ่นแรกของคู่ของแผ่นพับหลุดพ้น จากการควบคุมของก้านจับแผ่นพับ พับตัวลงมาด้านหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บอกเวลาชั่วโมงต่อไป ในขณะที่ครบแต่ละชั่วโมงดังล่าวนี้ แผ่นพันแผ่นที่สองของคู่ของแผ่นพับจะถูกกันไว้มิให้พับลงมาด้านหน้าด้วยก้านเล็ก ๆ ที่ยื่นออกมาจากแผ่นพับบอกตัวเลข 59 นาที ดังนั้นแผ่นพับบอกชั่วโมงจะพับลงมาที่ต่อเมื่อแผ่นพับบอกตัวเลข 59 นาที พับตัวมันเองลงมาเท่านั้น เป็นการป้องกันความผิดพลาดมิให้แผ่นพับบอกชั่วโมงพับลงมาก่อนหน้าที่จะครบชั่วโมง

ชุดของเฟืองกลาง, เฟืองเล็ก และเฟืองตัวหนอนจะทำหน้าที่ทดรอบการหมุนด้วยความเร็วสูงของมอเตอร์ให้เหลือเพียง 1 รอบต่อชั่วโมงที่เฟืองพับ ก้านเพลาลูกเบี้ยวจากล้อเฟืองขับนี้จะหมุนกระบอกแผ่นพับบอกนาฬิกา เพื่อพับแผ่นพับทุกใบจนครบภายในเวลา 1 ชั่วโมง และก้านเพลาลูกเบี้ยวนี้จะต่อยาวไปขับชุดเฟืองทดรอบชุดที่สอง ซึ่งอยู่ใกล้กับปุ่มปรับตั้งเวลา เพื่อทดรอบไปขับล้อเฟืองฟันตรงตัวใหญ่ ซึ่งติดอยู่กับก้านเพลากลางที่สวมร่วมแกนอยู่กับก้านเพลาลูกเบี้ยวกระบอกแผ่นพับบอกนาฬิกา โดยบนก้านเพลากลางนี้จะมีกระบอกขับแผ่นพับบอกชั่วโมงติดอยู่ ซึ่งจะถูกก้านเพลากลางขับให้หมุนไปด้วยอัตรา 1 รอบ ทุก 24 ชั่วโมง

4. วิทยนาฬิกา

สิ่งประดิษฐ์ที่รวมเอานาฬิกาและวิทยุไว้ในเครื่องเดียวกันเป็น “วิทยนาฬิกา” นี้เริ่มมีมาตั้งแต่

นาฬิกา และเครื่องตั้งเวลามีปุ่มปิดบนหน้าปัดนาฬิกาอยู่ 2 ปุ่ม ปุ่มด้านซ้ายสำหรับตั้งเวลาปิดวิทยุ ซึ่งสามารถตั้งเวลาได้นานถึง 60 นาที ก่อนที่วิทยุจะปิดเองโดยอัตโนมัติ ปุ่มด้านขวาสำหรับเลือกการใช้งานตามแต่ผู้ใช้งานต้องการ ซึ่งสามารถปิดปุ่มให้อยู่ที่ตำแหน่ง “อัตโนมัติ” (AUTO) “เปิด” (ON) “ปิด” (OFF) และ “ปลุก” (ALARM) ตัวอย่างเช่น เมื่อปิดปุ่มเลือกไปที่ตำแหน่ง “ปลุก” เมื่อถึงเวลาที่ตั้งเอาไว้ นาฬิกาก็จะเริ่มดังปลุกด้วยเสียงดนตรีก่อนนาน 10 นาที หลังจากนั้นก็จะเปลี่ยนเสียงดนตรีมาเป็นเสียงออกแทน เมื่อต้องการปิดเสียงปลุกก็ให้ปิดปุ่มเลือกไปที่ตำแหน่งอื่นที่ไม่ใช่ตำแหน่งปลุก ส่วนด้านหลังของตัวเรือนมีปุ่มสำหรับตั้งเข็มเวลา และเวลาปลุกซึ่งจะเหมือนกับนาฬิกาปลุกทั่ว ๆ ไป

มอเตอร์จะเป็นตัวขับเคลื่อนกลไกนาฬิกา และเฟืองควบคุมการทำงานของสวิทช์ โดยที่ตัวสวิทช์ต่ออนุกรมกับสายไฟที่จะป้อนให้กับวิทยุ

4.1 กลไกตั้งเวลาสำหรับปิดวิทยุ

การตั้งเวลาสำหรับปิดวิทยุสามารถตั้งเวลาได้นาน 60 นาที ก่อนที่วิทยุจะปิดเองโดยอัตโนมัติ การทำงานของกลไกตั้งเวลาสำหรับปิดวิทยุ เริ่มจากเมื่อมีการปิดปุ่มตั้งเวลาไปทางขวา

กลไกตลอดเวลาที่เริ่มต้นทำงาน เฟืองที่เนียนที่อยู่ติดกับแกนของปุ่มตั้งเวลา จะจับเฟืองเลี้ยวให้หมุน และลูกเบี้ยวของเฟืองจะเสียด จะกดปลายข้างหนึ่งของคาน ทำให้ปลายอีกข้างหนึ่งกระดกสูงขึ้น จนคันสวิทช์ให้อยู่ในตำแหน่ง “เปิด”

หลังจากนั้นเฟืองจับก็จะไปเคลื่อนเฟืองที่เนียน ให้หมุนในทิศตามเข็มนาฬิกาอย่างช้า ๆ เป็นผลให้เฟืองเลี้ยวถูกจับโดยเฟืองที่เนียน ให้หมุนในทิศทวนเข็มนาฬิกา และเมื่อเวลาผ่านไป 60 นาที เฟืองเลี้ยวก็จะผละออกจากเฟืองที่เนียน คานก็จะตกลงมาทำให้สวิทช์เลื่อนไปที่ตำแหน่ง “ปิด” วิทช์ก็จะปิดเองโดยอัตโนมัติ

4.2 กลไกการตั้งเวลาสำหรับปลุก

เริ่มจากการตั้งเข็มปลุกให้ตรงกับเวลาที่ต้องการ จะให้ปลุกแล้วปิดปุ่มเลือกการใช้งานไปที่ตำแหน่ง “ปลุก” ซึ่งจะไปเลื่อนคานควบคุมสวิทช์ ทำให้ร็อบบากล่องอยู่ที่ตำแหน่งพร้อมที่จะทำงาน ในขณะที่สวิทช์ยังคงอยู่ที่ตำแหน่ง “ปิด” สัญญาณปลุกก็ยังไม่ทำงาน และสะพานรูปฟันปลาของเฟืองชั่วโมงยังอยู่ห่างจากกันมาก

เมื่อถึงเวลาปลุกที่ตั้งเอาไว้ สะพานรูปฟันปลาของเฟืองชั่วโมงจะเคลื่อนมาบรรจบกับสะพานรูปฟันปลาของเฟืองปลุกพอดี เฟืองปลุกจะเริ่มดันให้เฟืองชั่วโมงถอยร่น ไปทางข้างหลัง ซึ่งก็จะไปดันคานควบคุมสวิทช์เปิด สัญญาณปลุกเสียงดนตรีก็จะเริ่มดังขึ้น

หลังจากนั้น 10 นาที จุดยอดของสะพานรูปฟันปลาของเฟืองทั้งสอง จะมาจรดกันพอดี ณ ตำแหน่งนี้เฟืองชั่วโมงจะถูกดันร่นถอยลึกลงไปมากกว่าเดิมอีก ทำให้คานควบคุมสวิทช์ถูกดันไปจนสุดร็อบบานบน ก็จะหลุดออกไปจากเครื่องกีดขวางคานควบคุมสวิทช์ จะเลื่อนต่ำลงไปในที่สุดแขนออกไฟฟ้าจะถูกปล่อยเป็นอิสระ สัญญาณออกจะดังขึ้นมาแทนเสียงดนตรี

5. สวิทช์ตัดวงจรอัตโนมัติ

สวิทช์ตัดวงจรอัตโนมัติทำงานเหมือนกับฟิวส์ โดยจะติดตั้งอยู่ร่วมในวงจรไฟฟ้า เพื่อทำหน้าที่ตัดวงจรเมื่อมีกระแสไฟฟ้าในวงจรจำนวนมากเกินไป จนอาจจะก่อให้เกิดอันตราย ข้อแตกต่างจากฟิวส์ก็คือ เมื่อสวิทช์ตัดวงจรไปแล้ว หากต้องการต่อวงจรใหม่หลังจากตรวจสอบซ่อมแซมสิ่งผิดปกติในวงจรแล้ว ก็สามารถทำได้ง่าย ๆ โดยเพียงแค่โยกไกที่สวิทช์ให้กลับไปอยู่ที่ตำแหน่งเปิดทำงานเท่านั้น ซึ่งต่างจากฟิวส์ที่ต้องเปลี่ยนใหม่ทั้งตัว นอกจากนี้ การแก้ไขเปลี่ยนแปลงเพื่อให้สวิทช์ตัดวงจรทำงานรับกระแสไฟฟ้าที่มากกว่าขีดจำกัดของมัน ก็ไม่อาจกระทำได้ ซึ่งให้ผลดีในการที่จะต้องเลือกใช้ขนาดของสวิทช์ตัดวงจรที่เหมาะสมสำหรับแต่ละกรณี โดยไม่มีการปะปนกัน ในสวิทช์ตัดวงจรแบบเก่านั้น การตัดวงจรจะอาศัยการโก่งงอตัว ของแถบโลหะต่างชนิดที่เชื่อม

ติดอยู่ด้วยกัน การโก่งงอนนี้เป็นผลมาจากความร้อนที่เกิดขึ้น เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวมันมากเกินไปจนเกิดความร้อน ทำให้แถบโลหะชนิดหนึ่งขยายตัวมากกว่าแถบโลหะอีกชนิดหนึ่ง สำหรับสวิตช์ตัดวงจรในปัจจุบัน มีการทำงานตัดวงจรด้วยวิธีการ 2 อย่าง ร่วมกันคือ โดยอาศัยความร้อนและอำนาจแม่เหล็กหรือ ขดลวดแม่เหล็กซึ่งมีลูกเลื่อน หรือแกนกลางที่ถูกหน่วยเวลาการเคลื่อนที่ด้วยผลของความเสียดทานของไหล นอกจากนี้ยังมีการออกแบบให้สามารถทำงานรับกระแสไฟฟ้าเกินขีดจำกัด ยังคงดำเนินต่อไปแล้วมันก็จะทำการตัดวงจรทันที หรือถ้าในกรณีของการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร มันจะทำการตัดวงจรภายในเวลา 1 ใน 100 ของวินาทีเท่านั้น

ตู้แผงวงจรรวม ซึ่งมีการใช้สวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติต่อรวมไว้ในวงจรแยกแต่ละวงจร เพื่อป้องกันกระแสในวงจรแยกมิให้สูงเกินขีดจำกัด ซึ่งถ้าตู้แผงหน้าของตู้แผงวงจรรวมแล้ว ก็เหมือนกับสวิตช์ไฟฟ้าอยู่มากมายหลายตัวนั่นเอง

การทำงานของสวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติด้วยอำนาจแม่เหล็ก ซึ่งมีช่วงหน่วงเวลา โดยอาศัยผลของความเสียดทานของของไหล ขณะเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดที่พันอยู่โดยรอบหลอดที่มีของไหล บรรจุอยู่ภายในตราบเท่าที่กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดยังมีค่าน้อยกว่าค่าขีดจำกัด ที่กำหนดไว้แรงดึงดูดของอำนาจแม่เหล็กจากสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้น รอบขดลวดก็จะมีค่าไม่มากพอที่จะเอาชนะแรงผลักของสปริงที่มีต่อลูกเลื่อน (หรือแกนกลาง) ได้ผลก็คือลูกเลื่อนจะหมุนอยู่กับที่เป็นกรณี เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดมีค่าเกินขีดจำกัด ดังเช่น ในช่วงเริ่มต้นเดินให้มอเตอร์ไฟฟ้าทำงานจากสภาวะหยุดนิ่ง เป็นต้น ในลักษณะนี้ สนามแม่เหล็กจะเข้มข้นจนสามารถออกแรงชนะแรงต้านของสปริงได้ มีผลให้ลูกเลื่อนค่อย ๆ เคลื่อนตัวไปทางขวาช้า ๆ ทั้งนี้เพราะมีแรงต้านของสปริงได้สูงขึ้นเรื่อย ๆ ในขณะที่ลูกเลื่อนเคลื่อนตัวไปทางขวาก็ยังมีแรงต้านอันเกิดจากแรงเสียดทาน และแรงดันตรงที่ของไหลภายในหลอดกระทำต่อลูกเลื่อน ขณะเดียวกันนั้น มอเตอร์ก็จะหมุนเริ่มเร็วขึ้น ซึ่งตามคุณสมบัติของมอเตอร์ไฟฟ้า ก็จะใช้กระแสไฟฟ้าน้อยลงกว่าเมื่อเริ่มต้นมาก สนามแม่เหล็กจึงอ่อนลงจนแพ้แรงดันของสปริง ทำให้ลูกเลื่อนถูกสปริงดันกลับมาอยู่ทางซ้ายมือสุดเหมือนเดิม

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าเกินขีดจำกัดที่กำหนดไว้ไหลผ่านขดลวด เป็นเวลานานเกินกว่าช่วงหน่วงเวลา ดังเช่นกรณีที่มอเตอร์ออกแรงบิดรับภาระเกินกว่ากำลังกำหนดของมัน หรือในกรณีที่กระแสไฟฟ้าจำนวนมาก พอที่จะทำให้เกิดแรงดึงดูดของอำนาจแม่เหล็กมากจนเอาชนะแรงต้านของทั้งสปริงและของไหล ลูกเลื่อนก็จะเลื่อนตัวเข้ามาอยู่ภายในขดลวดทั้งหมด ซึ่งก็จะยิ่งช่วยเพิ่มอำนาจแรงดูดแม่เหล็กที่ส่งออกไปรอบ ๆ ขดลวดให้ยิ่งสูงขึ้นมาก ผลคือ มันจะดูดเอาแกน อาร์มาเจอร์เข้ามา กลไกกระเบื้องต่าง ๆ ที่ต่ออยู่กับแกนอาร์มาเจอร์จะเคลื่อนตัวขึ้นตัดวงจรทันที

กรณีเมื่อเกิดการลัดตัววงจรทันที กรณีเมื่อเกิดการลัดตัววงจรขึ้น กระแสไฟฟ้าจำนวนมากมหาศาล จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กความเข้มสูงยิ่งขึ้น ซึ่งจะส่งแรงดึงแม่เหล็กไปกระชากคิงเอาก้าน อาร์มาเจอร์ถูกดูดเข้ามาติดนั้น กระเดื่องล๊อคจะถูกดันให้ขึ้นไปช็อยอยู่บนลูกกลิ้ง เพื่อปล่อยให้ตกลงมาจากตำแหน่งต่อวงจร พร้อมกันนั้นก็ทำให้หน้าสัมผัสแยกออกจากกัน เป็นการตัดวงจรในตอนนี้อานาจแม่เหล็กที่ดูดก้านอาร์มาเจอร์อยู่ จะหมดลงปล่อยให้ก้านอาร์มาเจอร์ให้ติดกลับมา พาให้กระเดื่องล๊อคตัวลงมาวางบนลูกกลิ้ง พร้อมกันนั้นก็ส่งแรงดันไปโยกให้กัปกลับไปยังอยู่ที่ตำแหน่งตัดวงจร

สวิตซ์ตัดวงจรอัตโนมัติ ชนิดที่ทำงานทั้งด้วยความร้อน และด้วยอำนาจแม่เหล็ก สวิตซ์ตัดวงจรอัตโนมัติแบบนี้ จะมีชิ้นก้านเหล็กยึดติดแนบไว้กับแถบโลหะคู่ ในกรณีที่มีกระแสเกินขีดจำกัดไหลผ่านสวิตซ์เป็นเวลานานเกินกว่าช่วงเวลาที่ที่ยอมให้ได้แล้วความร้อนที่เกิดขึ้นจะทำให้แถบโลหะคู่โก่งงอ (เนื่องจากโลหะทั้ง 2 ขยายตัวไม่เท่ากัน) ปลดกระเดื่องล๊อคให้เป็นอิสระ อันมีผลทำให้สัมผัสแยกตัวออกจากกันเป็นการตัดวงจร อีกทั้งยังมีผลทำให้โกโยกพับลงไปอยู่ที่ตำแหน่งตัดวงจรด้วย ส่วนในกรณีที่มีกระแสจำนวนมากไหลผ่านตัวมัน หรือในกรณีเกิดการลัดวงจรนั้น กระแสจำนวนมากดังกล่าวจะก่อให้เกิดสนามแม่เหล็ก ความเข้มสูงมากอยู่โดยรอบแกนโลหะคู่ ซึ่งจะเหนี่ยวนำให้ก้านเหล็กที่แนบชิดอยู่กับแกนโลหะคู่กลายเป็นแม่เหล็กไปด้วย ยังให้แถบโลหะคู่ถูกดูดด้วยก้านเหล็ก เกิดการโก่งอย่างรวดเร็วจน ปลดกระเดื่องล๊อคให้เป็นอิสระในทันที ดังนั้น ในกรณีนี้หน้าสัมผัสจะแยกตัวออกจากกันเป็นการตัดวงจรในทันทีทันใด โดยไม่มีช่วงหน่วงเวลาเหมือนกรณีที่แถบโลหะคู่ค่อย ๆ โก่งงอด้วยผลจากความร้อน

เบริง (กิตติ อินทรานนท์ 2529 : หน้า 189-204)

1. ความเป็นมาของเบริง

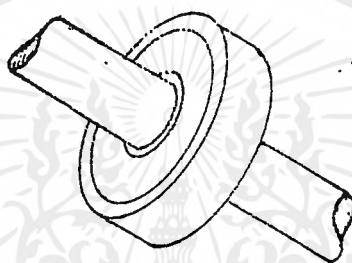
ถ้าหากวัตถุ 2 ชิ้น จำจะต้องมีการเสียดสีกันแล้ว ไม่ว่าจะเป็นการเสียดสี เนื่องจากการไถลหรือการหมุนก็ตาม ก็จะมีแรงเสียดทานเกิดขึ้น ซึ่งนอกจากก่อให้เกิดความต้านทานต่อการเคลื่อนที่แล้ว ยังก่อให้เกิดความร้อนและการสึกอีกด้วย การที่จะลดแรงเสียดทานนี้ลง ก็โดยการใช้หลักการกลิ้งของวัตถุกลม เนื่องจากลดพื้นที่ผิวกระทบลงได้มาก จากคุณลักษณะดังกล่าว จึงได้นำมาสร้างเบริงขึ้นและให้ชื่อว่าเบริง ค่อด้านความเสียดทานหรือเบริงหมุน ซึ่งประกอบด้วย แหวนเหล็กกล้าชุบแข็ง 2 วง มีลูกหมุนเหล็กกล้าชุบแข็งอยู่ตรงกลางระหว่างวงแหวนทั้งสอง ซึ่งรับแรงจากแหวนวงใน ส่งต่อไปยังแหวนวงนอกและลูกหมุนแต่ละลูก จะถูกแยกห่างจากกันด้วยลูกกรง เพื่อสะดวกต่อการกลิ้งไม่ให้ชนกันเอง

2. การแบ่งชนิดของแบริ่ง

จะแบ่งตามชนิดของลูกหมุน ถ้าเป็นชนิดลูกปืน เรียกว่า แบริ่งลูกปืน (Ball Bearing) ถ้าเป็นชนิดลูกกลิ้งก็เรียกว่า แบริ่งลูกกลิ้ง นอกจากนี้ยังแบ่งย่อยลงไปอีกเป็น แบริ่งแรงแนวรัศมีและ แบริ่งรับแรงแนวแกน ซึ่งออกแบบให้สามารถรับแรงแนวนั้นได้มากกว่าอีกแนวหนึ่ง

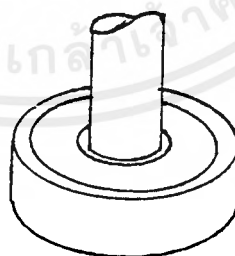
ภาพที่ 97

แสดงแบริ่งแนวรัศมี



ภาพที่ 98

แสดงแบริ่งรับแรงแนวแกน



สำหรับงานที่แตกต่างกัน แนวแรงที่กระทำต่อแบริ่งก็จะแตกต่างกัน ดังนั้น จึงมีแบริ่งหลายแบบ เพื่อการเลือกใช้ให้เหมาะสม กับงานแต่ละชนิดแต่ละอย่างได้ จะไม่มีแบริ่งแบบใดสมบูรณ์แบบ เหมาะสมกับงานทุกชนิด

3. การเลือกใช้แบริ่ง

ดังได้กล่าวข้างต้นแล้วว่าแบริ่งมีหลายแบบ ดังนั้นการเลือกใช้แบริ่งให้เหมาะสมกับงาน จะต้องคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- 3.1 ขนาดและทิศทางของแรงที่กระทำต่อแบริ่ง
- 3.2 ความเร็วหมุนของแหวนวงใน และแหวนวงนอก
- 3.3 อายุการใช้งานของแบริ่ง ที่ต้องการ
- 3.4 ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่าง แหวนวงใน-แหวนวงนอก กับอุณหภูมิภายนอก
- 3.5 ความเที่ยงของแกนของแบริ่ง ที่ต้องการ
- 3.6 ขนาดของแบริ่งที่เกิดจากการความเสียดทาน และความดังของเสียงที่เกิดขึ้น
- 3.7 ชนิดของน้ำมันหล่อลื่นที่ต้องการใช้
- 3.8 จำนวนของแบริ่งที่ใช้กับแรง
- 3.9 โลหะที่ใช้ทำเพลลา และเปลือกตึกดา จะต้องเรียบและได้แนวเส้นตรง
- 3.10 เนื้อที่สำหรับแบริ่ง จำกัดหรือไม่

4. คุณลักษณะของแบริ่งลูกปืนรับแรงแนวรัศมีแบบต่าง

4.1 แบริ่งลูกปืนแถวเดี่ยวร่องลึก (Single row, deep groove ball bearing) เป็นแบริ่งชนิดที่ใช้กันอย่างกว้างขวางที่สุด ทางเดินในของลูกปืนเป็นร่องลึก จึงกลิ้งได้สะดวก และมีความเที่ยงสามารถรับแรงแนวรัศมีได้มากและรับแรงแนวแกนได้พอสมควร เหมาะสมหรับงานที่มีความเร็วสูง แบริ่งชนิดนี้อาจมีฝาปิดหรือ ซีล เพื่อบรรจุจารบีไว้หล่อลื่นภายใน ทำให้อายุการใช้งานของจาระบียาวนาน เพราะไม่รั่วไหลออกและกันวัตถุภายนอกเข้าสู่ภายในด้วย

4.2 แบริ่งแม็กมิโต มีลักษณะคล้ายกับแบริ่งลูกปืนแถวเดี่ยวร่องลึก ผิดกันตรงบ่าของแหวนวงนอก ซึ่งมีเพียงข่าเดียว จึงแยกออกจากแหวนวงในได้เหมาะสำหรับใช้กับส่วนที่ต้องถอดออกอยู่เสมอ และมีแรงแนวแกนกระทำต่อแบริ่งเพียงทิศเดียว

4.3 แบริ่งลูกปืนสองแถวร่องลึก มีลักษณะเหมือนกับแบริ่งลูกปืนแถวเดี่ยวร่องลึก เพียงแต่เพิ่มจำนวนลูกปืนเป็น 2 แถว จึงสามารถรับแรงได้มากขึ้น

4.4 แบร้งลูกปืนแถวเดียว กับแรงแนวเอียงทั้งแหวนวงใน และวงนอกแยกออกจากกันได้ เหมาะสำหรับใช้กับส่วนที่ต้องถอดเข้าถอดออกอยู่เสมอ สามารถรับได้ทั้งแรงแนวรัศมี และแรงแนวแกนทิศเดียว ได้มากกว่าแบร้งลูกปืนแถวเดียรร่องลึก โดยทั่วไปมุมกระแทกที่ใช้ออกแบบแบร้งชนิดนี้คือ 15, 30 และ 40 องศา ถ้ามุมกระแทกโตจะสามารถรับแรงแนวแกนได้มาก แต่ถ้าใช้ที่ความเร็วสูงมุมกระแทกเล็กจะเหมาะสมมากกว่า

5. การเลือกแบร้งไปใช้ให้เหมาะสม กับงาน

ในปัจจุบันนี้อุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ซึ่งอุปกรณ์เครื่องจักรต่าง ๆ ยุ่งยากสลับซับซ้อน จนสามารถมีการผลิตที่ราบรื่น มีปัญหาอันนำไปสู่การชักในการผลิตน้อยที่สุดนั้น คุณภาพและความทนทานของแบร้งจะเป็นตัวเอกที่สำคัญตัวหนึ่ง ปัญหาของแบร้งมีผลกระทบกระเทือนอย่างมาก ต่อค่าซ่อมแซมบำรุงรักษาเครื่องจักร มีกฏง่าย ๆ อยู่ข้อหนึ่งว่าปัญหาซึ่งเกิดขึ้นกับชิ้นส่วนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเพียง 20% ย่อมหมายถึง 80% ของปัญหาทั้งหมดมาจากชิ้นส่วนนั้น ๆ ดังนั้นถ้าเราสามารถแก้ไขปัญหาของแบร้ง ซึ่งมักเกิดขึ้นเสมอ ๆ ย่อมหมายถึงว่าเราสามารถลดค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรกล ได้มากทีเดียวทั้งนี้เพราะความเสียหายของแบร้ง สามารถนำไปสู่ความเสียหายอื่น ๆ อีกมาก

ปัญหาของแบร้งที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ ส่วนใหญ่จะสามารถแก้ไขได้โดยเปลี่ยนชนิดของแบร้ง ถึงแม้ว่าบางครั้งเราอาจไม่ทราบปัญหาที่แท้จริง ของความเสียหายนั้นก็ตาม แบร้งต่าง ๆ มีความสามารถ สมรรถนะ การใช้งาน และมีจุดอ่อนจุดแข็งต่าง ๆ ที่ควรพิจารณาเพื่อเลือกชนิดของแบร้งที่เหมาะสมดังต่อไปนี้

- ความสามารถในการรับแรง
- ชิดจำกัดความเร็ว
- ความสามารถในการรับแรงฉุด (THRUST)
- ชิดจำกัดความไม่ตรงแนว (MISALIGNMENT)
- เคลียแรนซ์ (LEARAPCE) ภายในของแบร้ง

6. ความสามารถในการรับรอง

ลองมาพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่าง แรงที่กระทำต่อแบร้ง กับอายุการใช้งานของแบร้ง ซึ่งมีการค้นคว้าวิจัยสามารถสรุปเป็นสูตรความสัมพันธ์ง่าย ๆ ดังนี้

ถ้าให้ L เป็นอายุใช้งานของเบร้งคิดเป็นจำนวนรอบ

F เป็นแรงที่กระทำต่อเบร้ง

$$\text{เราจะได้ } L \propto \frac{1}{(F)^n}$$

นั่นคือ อายุใช้งานของเบร้งแปรผกผันกับกำลังที่ของแรงที่กระทำต่อเบร้งค่าของ n ขึ้น กับชนิดของเบร้งดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

- เบร้งแบบเม็ดกลม n เท่ากับ 3
- เบร้งแบบลูกกลิ้ง n เท่ากับ 3.5
- เบร้งแบบลูกกลิ้งกึ่งกลม n เท่ากับ 3.5

ขอยกตัวอย่างเบร้งเม็ดกลม ซึ่งมีสูตรความสัมพันธ์ระหว่างอายุการใช้งาน และแรง

ที่กระทำเป็น $L = \frac{1}{F^3}$

จากสูตรนี้พอจะอนุมานได้ว่าถ้าแรงที่กระทำต่อเบร้ง ลดลงครึ่งหนึ่งอายุการใช้งานของเบร้งนั้นจะเพิ่มขึ้นเป็น 8 เท่าของเดิม

จากของเบร้งแบบเม็ดกลม เราอาจเขียนสูตรใหม่เป็น

$$L_1 = \frac{(F_2^3)}{F_1} L_2$$

ถ้าแทนค่า F_2 ด้วย C หรือค่าความสามารถในการรับแรง

F_1 ด้วย P คือแรงกระทำต่อเบร้งกำหนดให้เท่ากับ 1 ล้านรอบ

เราได้ค่า L เป็นค่าจำนวนรอบใช้งานที่โหลด P ดังนี้

$$L = \frac{(C)^3}{P} \text{ ล้านรอบ}$$

เช่นเดียวกันสำหรับเบร้งลูกกลิ้ง หรือแบบลูกกลิ้งกึ่งทรงกลม จะได้สมการความสัมพันธ์ เป็น

$$L = \frac{(C)^{3.5}}{P} \text{ ล้านรอบ}$$

ไว้ตรงกลางก็ต้องวางไว้ด้านข้างทั้งสอง เพื่อว่าถ้าผู้ปฏิบัติงานโดยเครื่องหนึบที่มีมือขวา เขาก็ยังคงสามารถใช้มือซ้ายกดปุ่มฉุกเฉินหยุดเครื่องทันท่วงที ตำแหน่งที่จะติดตั้งปุ่มก็ต้องวางอยู่ในที่ที่จะแตะถึงได้อย่างสะดวก ไม่ต้องก้มตัวหรือเขย่งตัวในขณะที่กด ชื่อนี้แนะนำอีกอย่างหนึ่งคือ ควรวางอยู่

ในตำแหน่งที่อยู่ใกล้จุดที่เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย ความสูงของปุ่มนี้จากพื้นควรจะให้ได้ 30 นิ้ว เพื่อให้ได้ให้ผู้ปฏิบัติงานกดได้อย่างสะดวก ไม่ว่าจะอยู่ในอิริยาบถอย่างไร เช่น ยืนอยู่ก้มตัวอยู่ หรือกำลังก้มตัวบริเวณที่อาจเกิดอันตรายได้ง่ายมีบริเวณกว้าง จะต้องมาใช้ปุ่มหยุดฉุกเฉิน หลายปุ่มต่อเนื่องกันไป ผู้ปฏิบัติงานจะได้กดหยุดได้จากจุดใดจุดหนึ่งก็ได้ จะได้รวดเร็วขึ้น

ระบบควบคุมการทำงาน

1. สวิตช์

สวิตช์จะเป็นตัวกำหนดการปิด เปิดวงจร สวิตช์อาจประกอบด้วยขั้ว ๆ เดียวหรือหลายชั้นก็ได้ เช่น อาจจะมีขั้วเพียงชั้นเดียวสองขั้ว หรือมากกว่านั้นโดยทั่วไปสวิตช์มักจะใช้เป็นตัวเปิด ปิด ให้อุปกรณ์ทำงานหรือไม่ให้อุปกรณ์ทำงาน การสัมผัสของตัวนำไฟฟ้าให้ครบวงจรการทำงานของสวิตช์ควบคุมโดยระบบเมคคานิก

ลักษณะของสวิตช์มีมากมายหลายชนิด แล้วแต่หน้าที่การทำงานหรือลักษณะการเปิด ปิดวงจร แบ่งออกเป็น

- 1.1 แบบกด (Push Button Switch)
- 1.2 แบบโยก (Toggle Switch)
- 1.3 แบบเลื่อน (Slide Switch)
- 1.4 แบบหมุน (Rotary or Selector Switch)
- 1.5 แบบจิ๋ว (Micro Switch)

1.1 แบบกด

ทำงานโดยการใช้มือกดแบ่งเป็น

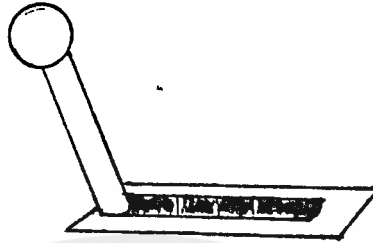
1.1.1 สวิตช์กดปล่อยดัง (Momentary Switch) เมื่อกดจะทำให้วงจรปิด เมื่อปล่อยจะทำให้วงจรเปิด เช่น สวิตช์กดออก เป็นต้น สวิตช์แบบนี้เหมาะกับการใช้งานจำพวกปิดวงจรชั่วคราว

1.1.2 สวิตช์กดติดกดดับ (Lock Switch) เมื่อจะกดทำให้วงจรปิดการให้วงจรเปิดก็กดอีกครั้งวงจรก็จะเปิดไปจะดับ เป็นที่นิยมใช้กันทั่วไป

1.2 สวิตช์แบบโยก ลักษณะการใช้งานเป็นแบบโยกก้านสวิตช์ให้ทำงาน จำนวนของขาส

ว

ภาพที่ 99
แสดงสวิตช์แบบโยก



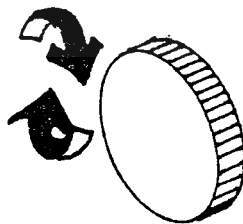
1.3 สวิตช์เลื่อน คล้ายกับสวิตช์โยกแต่ใช้งานโดยการเปลี่ยนปุ่มสวิตช์ ซึ่งอาจจะมีจังหวะการเลื่อนหลายช่วง

ภาพที่ 100
แสดงสวิตช์แบบเลื่อน



1.4 สวิตช์หมุน ส่วนมากจะเป็นการใช้น้ำที่เลือกทางเดินไฟฟ้าหลายตำแหน่ง เช่น การเลือกแบบในวิทยุ เป็นต้น

ภาพที่ 101
แสดงสวิตช์แบบหมุน



1.5 สวิตช์จีว

เป็นสวิตช์ที่มีความเชื่อถือได้สูง สามารถผ่านแรงเคลื่อน และกระแสได้หลาย ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอมแปร์ ส่วนสัมผัสที่เป็นตัวนำเคลือบด้วยทอง ทำให้เป็นทางเดินไฟฟ้าที่ดี ลักษณะสวิตช์จะทำงานโดยการกดเบา ๆ ที่คานหรือปุ่มเล็ก ๆ โดยปกติแล้วจะต้องมีกลไกกลเข้ามาประกอบ เพื่อทำหน้าที่กดสวิตช์เพราะปุ่มกดเล็กเกินไป กว่าที่จะใช้นิ้วกดได้โดยสะดวก ไมโครสวิตช์นี้มีหลายชนิดจำนวนขาที่ใช้งานมี 2 หรือ 3 ขาขึ้นไป สวิตช์ชนิดนี้ได้รับการออกแบบมาให้ใช้กับงาน การติดตั้งจะต้องระมัดระวัง เพราะส่วนของแรงกดอาจทำให้สวิตช์แตกได้

2. หลักการออกแบบแผงควบคุมเครื่องจักรที่ปลอดภัย

- 2.1 ต้องพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องจักรด้วย
- 2.2 ในการออกแบบขนาด ช่องว่างระหว่างปุ่มควบคุมและตำแหน่งที่จะติดตั้ง จะต้องคำนึงถึงส่วนสูงของผู้ปฏิบัติงานโดยเฉลี่ย จะได้ปฏิบัติงานได้สะดวกคล่องแคล่ว ไม่ควรยึดติดระยะตายตัวของฝรั่ง เพราะคนของเขาขนาดสัดส่วนไม่เท่าคนไทย
- 2.3 จัดวางปุ่มต่าง ๆ ให้รวบรวมกันอยู่ในที่ที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถควบคุมได้ถนัดมือที่สุด
- 2.4 ควรจำไว้ด้วยว่าผู้ปฏิบัติงานมีมือ และเท้าอย่างละคู่ ซึ่งสามารถใช้ประโยชน์ได้เต็มที่ในการบังคับปุ่มป้องกันภัย ในยามฉุกเฉินได้เสมอ
- 2.5 ไม่ควรใช้สวิตช์แบบโยก และแบบเลือกปรับที่มีเข็มชี้ ในงานเกี่ยวกับเครื่องจักรที่เคลื่อนที่
- 2.6 ปุ่มหยุดฉุกเฉินควรใช้สีที่แตกต่างจากปุ่มอื่น ๆ และควรใช้สีให้เป็นมาตรฐานเดียวกับเครื่องทุกละเอียด ในโรงงานจะได้ไม่ปวดหัว

พลาสติก (พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์ 2524 : หน้า 101-102, 106-107)

1. พลาสติกสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ
 - 1.1 พลาสติกคงรูปหรือพลาสติกเทอร์โมเซตติ์
 - 1.2 พลาสติกเปลี่ยนรูปหรือพลาสติกเทอร์โมพลาสติก
- 1.1 พลาสติกคงรูป การผลิตภัณฑ์พลาสติกประเภทนี้ เพื่อให้จะได้รูปร่างตามต้องการ ต้องอาศัยความร้อน อาจจะใช้ความดันหรือไม่ใช้ก็ได้ ผลที่ได้ของผลิตภัณฑ์มีความแข็งคงรูปตามต้องการ มีกรรมวิธีการผลิตในตอนแรก จะใช้ความร้อนทำให้อ่อนหรือใช้สารเคมีเฉพาะเติมลงไป และทำให้มีความแข็งตัว โดยการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเรียกว่า Polymerization พลาสติกประเภทนี้

ไม่สามารถทำให้อ่อนตัวหรือหล่อหลอมได้อีก Polymerization เป็นกระบวนการทางเคมี ผลที่ได้จะก่อให้เกิดสารประกอบประเภทใหญ่ ซึ่งมีน้ำหนักของโมเลกุลมากขึ้นมากกว่าสารเดิม กระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้พลาสติกประเภทนี้ จะรวมถึงผลิตภัณฑ์ที่ใช้แรงอัด หรือการส่งผ่านแบบแม่พิมพ์ การหล่อ การเคลือบผิวและการซ่อม

พลาสติกประเภทนี้มีคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีที่ดีมากคือ ทนความร้อนที่อุณหภูมิสูงได้ดี ทนการกัดกร่อนของสารเคมี เมื่อผ่านการผลิตโดยใช้ความร้อนและแรงอัดแล้ว จะนำกลับไปหลอมละลายอีกไม่ได้ เพราะโครงสร้างทางเคมีเปลี่ยนไป มีโมเลกุลไม่เป็นระเบียบ การเกาะกันอย่างนี้ทำให้มีเนื้อแข็งไม่อ่อนตัว ไม่ละลายในสารละลายใด ๆ ดัดไฟยากพลาสติกเหล่านี้ได้แก่ อีพอกซี ยูเรเทน ฟีนอลิก ซิลิโคน เป็นต้น

1.2 พลาสติกเปลี่ยนรูป เป็นพลาสติกที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ในการหล่อหลอมจะไม่อ่อนตัว แต่จะแข็งคงรูปในขณะที่ทำให้เป็นตัว และสามารถหล่อหลอมนำกลับไปใช้ได้ อีก โดยการใช้ความร้อนเปรียบเมื่อน้ำ เมื่อนำไปทำน้ำแข็ง เมื่อถูกความร้อนก็จะละลายกลายเป็นน้ำ อีก และสามารถนำกลับไปทำน้ำแข็งได้อีก พลาสติกประเภทนี้มีโมเลกุลเป็นลักษณะยาวเป็นเส้นตรง ทำให้มีความแข็งแรงสูง มีความเหนียว เมื่อทำเป็นเส้นจะมีความเหนียวไม่ขาดง่าย ไม่ควรใช้งานในที่ที่มีอุณหภูมิสูงเกินกว่า 80 องศาเซลเซียส เพราะจะอ่อนตัวมาก

2. สารประกอบพลาสติกคงรูปและการใช้ประโยชน์

2.1 ฟีนอลิก (Phenolics)

มีความแข็งแรงทนทาน สามารถขึ้นรูปในแบบแม่พิมพ์ ภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ ได้ วัสดุชนิดนี้ทนความร้อนและความชื้นได้สูง สามารถผลิตเป็นสีต่าง ๆ ได้หลายสี วัสดุชนิดนี้ใช้ในการเคลือบผิว ปิดผิวผลิตภัณฑ์ ใช้สารยึดเหนี่ยวโลหะและแก้ว สามารถหล่อเป็นรูปแบบต่าง ๆ ได้ตามแม่พิมพ์ เช่น ทำปลั๊กไฟฟ้า ฝาขวด ลูกบิดประตู หน้าปัดวิทยุ และอุปกรณ์ไฟฟ้าหลายชนิด นอกจากนี้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ได้อีก เช่น ขึ้นเลื่อย ขึ้นไม้สับ เมื่อใช้กาวนี้ผสม สามารถอัดฟอรั่มเป็นแผ่นได้ เป็นต้น

2.2 อามิโนเรซิน (Amino Resins)

ชนิดของอามิโนเรซินที่สำคัญคือ ยูเรียฟอรัมาลดีไฮด์และเมลามีน สารประกอบทั้งสองนี้จัดเป็นพลาสติกคงรูป ซึ่งแตกต่างกันตามตัวผสม เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติในการใช้งาน ทางด้านกลไกและไฟฟ้า ลักษณะการไหลตัวของเมลามีน ทำให้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ตามแบบแม่พิมพ์ได้ดี เช่น ผลิตภัณฑ์ที่ใช้บนโต๊ะอาหาร ส่วนประกอบของรถยนต์ ลูกบิดประตู เครื่องเรือนท่อนไฟ

ส่วนยูเรียเรซินเหมาะสำหรับการอัดและการอัดส่ง มีผิวแข็งและเป็นฉนวนได้ดี สามารถทำเป็นผลิตภัณฑ์มีสีต่าง ๆ ได้ตามต้องการ ผลิตภัณฑ์พลาสติกชนิดนี้ได้ใช้กันอย่างแพร่หลาย สำหรับการบีดเหนียวไม้หรือกระดาษที่น่าสนใจคือ ช่วยเพิ่มความคงทนของผ้าฝ้าย โดยทำให้แห้งและควบคุมการหดตัวของผลิตภัณฑ์ได้ดี

2.3 โฟแรนเรซิน (Furane Resin) *

ในกระบวนการผลิตโฟแรนเรซินนี้ จะต้องมีการใช้กรดของเหลือทิ้งจากฟาร์ม เช่น ชั่งข้าวโพด ฟางข้าว เปลือกข้าว และเมล็ดข้าว ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสารชนิดนี้จะมีสีเข้ม หนืด และมีความสมบัติทางด้านไฟฟ้าที่ดี โฟแรนเรซินใช้เป็นตัวเชื่อม ตัวทำให้แข็งสำหรับปูนอิมพัลซ์ และเป็นสารประกอบบีดเหนียวสำหรับส่วนประกอบของพื้น และผลิตภัณฑ์เกรไฟต์

2.4 อีพอกไซด์ (Epoxides)

อีพอกไซด์เรซินถูกใช้ใน การหล่อ การปะติด การทำแบบแม่พิมพ์ อุปกรณ์ไฟฟ้า ส่วนประกอบของสี ใช้เป็นกาว อีพอกไซด์เรซิน มีคุณสมบัติคือ การหดตัวต่ำ ทนต่อสารเคมีได้ดี มีคุณสมบัติด้านไฟฟ้าดี มีความแข็งแรงทำให้แก้วและโลหะยึดติดได้ดี

2.5 ซิลิโคน (Silicones)

ซิลิโคนมีคุณสมบัติเหมาะสมหลายประการ สำหรับกลุ่มผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เช่น น้ำมันแก๊สเรซิน กาว และส่วนประกอบของยาง เป็นต้น คุณสมบัติของซิลิโคนคือ มีความคงทนพบอุณหภูมิสูงได้ดี ไม่รวมตัวกับน้ำ ซิลิโคนเรซินอาจใช้ทำแบบแม่พิมพ์ สำหรับการปะติดและการเคลือบผิว ปะเก็น ส่วนประกอบของอุปกรณ์ไฟฟ้า ไบแกวซิลิโคน ถ้าทำให้เป็นของเหลวใช้สำหรับการห่อเป็นตัวบีด ถ้าเป็นผงใช้ทำผลิตภัณฑ์โฟม ซิลิโคนมีราคาสูงมาก การใช้จึงมีขีดจำกัด ต้องใช้ให้มีประโยชน์สูงสุด ซิลิโคนเรซินเข้าสู่กระบวนการต่าง ๆ โดยใช้แรงอัดหรือแรงอัดส่ง การ

3. สารประกอบพลาสติกเปลี่ยนรูปและการใช้ประโยชน์

3.1 เซลลูโลซิก (Cellulose)

เซลลูโลซิก คือ พลาสติกเปลี่ยนรูปที่เตรียมจากกรรมวิธีการต่าง ๆ ของฝ้ายและใยไหม มีความเหนียวมากและสามารถผลิตให้มีสีต่าง ๆ ได้

3.1.1 เซลลูโลสอะซิเตท (Cellulose Acetate) คล้าย ๆ กับเซลลูโลสเป็นสารประกอบที่มีคุณสมบัติแข็งแรงและสามารถทำเป็นรูปแผ่น หรือหล่อให้ได้รูปตามต้องการโดยการอัดฉีด การใช้แรงอัด และการอัดรีด ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ที่ทำจากสารประกอบชนิดนี้เช่น หีบห่อต่าง ๆ

ของเล่นเด็ก ลูกบิดประดู่ โคมไฟส่งสัญญาณ ขนแปรทาสี ตู้วิทยุและนาม เป็นต้น

3.1.2 เซลลูโลสอะซิเตท-บูไทเรท (Cellulose Acetate Butyrate) คล้ายกับเซลลูโลส-อะซิเตท สารทั้งสองสามารถผลิตให้มีสีได้ตามต้องการ โดยใช้กระบวนการเดียวกันทั่ว ๆ ไป มีการดูดซึมน้ำได้ดี ดูดความชื้นได้ดี เหนียว มีขนาดคงที่ภายใต้บรรยากาศต่าง ๆ สามารถถอดขึ้นรูปได้ด้วยอย่างของผลิตภัณฑ์ที่ทำจากสารประกอบชนิดนี้ เช่น พวงมาลัย ฟุตบอล หมวกกันน็อก กรอบแว่นตา อ่างล้างรูป เข็มขัด อุปกรณ์เครื่องเรือน ผ้ายาง กระดุม ม้วนเทป ท่อน้ำ ท่อแก๊ส เป็นต้น

3.1.3 เอทิลเซลลูโลส (Ethyl Cellulose) เป็นอนุพันธ์ของเซลลูโลสที่มีความหนาแน่นต่ำสุด ใช้มากในกระบวนการทำแบบแม่พิมพ์ เพราะมีความคงทนต่อค่า เป็นต้น

3.2 โพลิสไตรีน (Polystyrene)

คือ วัสดุพลาสติกเปลี่ยนรูปที่นำมาดัดแปลงเฉพาะการอัดฉีดแบบแม่พิมพ์ และการอัดรีด ทนทานต่อสารน้ำทุกชนิด ขนาดคงที่และเป็นฉนวน ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากวัสดุชนิดนี้ เช่น หม้อเบตเตอร์ งาน ส่วนประกอบวิทยุ เลนส์ เฟือง เป็นต้น ผลิตภัณฑ์นี้ใช้วัสดุที่ได้จากการอัดฉีดและการอัดรีดขึ้นรูป

3.3 โพลีเอทิลีน (Polyethylene)

วัสดุชนิดนี้มีความยืดหยุ่นทั้งอุณหภูมิสูงและต่ำ คุณสมบัติพิเศษกันน้ำและสารเคมีต่าง ๆ ได้ โพลีเอทิลีนลอยน้ำได้ พลาสติกชนิดนี้มีราคาถูก กันความชื้นได้ จึงใช้ทำพวกหีบห่อ ถาดสายเคเบิล อุปกรณ์ที่เป็นฉนวน ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ทำจากวัสดุชนิดนี้โดยการอัดฉีด การเป่า การรีด

3.4 โพลีโพรพิลีน (Polypropylene)

มีคุณสมบัติพิเศษด้านไฟฟ้าดี กันสะเทือน ทนแรงดึงดี ทนทานต่อความร้อนและสารเคมี วัสดุนี้ถ้าเป็นโมโนฟิลาเมนต์ของโพลีโพรพิลีน ใช้ทำเชือกตาข่าย ผ้า ผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่ทำจากโพลีโพรพิลีน เช่น เครื่องใช้ในโรงพยาบาลและห้องปฏิบัติการ ของเล่น กระเป๋า เครื่องเรือน फिल्म สำหรับภาชนะบรรจุอาหารและฉนวนไฟฟ้า โพลีโพรพิลีนสามารถทำได้โดยกระบวนการต่าง ๆ ของพลาสติกเปลี่ยนรูปได้ทั้งหมด

3.5 โพลีซัลโฟน (Polysulfones)

วัสดุชนิดนี้มีคุณสมบัติทางกายภาพดี ทนความร้อน ขึ้นรูปโดยวิธีการต่าง ๆ เช่น การอัดฉีด การรีด การขึ้นรูปด้วยความร้อน การเป่า ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ เช่น เครื่องมือที่ใช้ภายใน

บ้าน สวิตช์ เฟือง และสิ่งอื่น ๆ ที่ใช้กับงานทนความร้อน โพลีซัลโฟนที่รีดเป็นแท่งมีเส้นผ่าสูงถึง 10 นิ้ว ใช้ทำเป็นลวดและสายเคเบิล สีทำได้ทั้งโปร่งใสและทึบ

3.6 พลาสติคเอบีเอส (ABS Plastic)

สารเคมี 3 ชนิดคือ Acrylonitrile, Butadiene และ Styrene รวมกันเป็นพลาสติคเอบีเอส ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีความแข็ง ยืดหยุ่นได้และเหนียว ทำให้มีสีต่าง ๆ ได้ และทนความร้อนได้ถึง 220 องศาฟาเรนไฮน์ พลาสติคชนิดนี้ทำได้โดยกระบวนการขึ้นรูปด้วยความร้อน การอัดฉีด การเป่า แบบแม่พิมพ์ หมุน และการรีดวัสดุชนิดนี้ใช้ทำท่อ ถัง ถ้ำถ่ายรูป โทรศัพท์ เป็นต้น

3.7 โพลีอิมิด (Polyimide)

วัสดุชนิดนี้ถูกผลิตขึ้นในรูปของของแข็ง เป็นฟิล์มหรือสารละลาย สัมประสิทธิ์การเสียดทานต่ำ ต่อต้านรังสี ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ เช่น ปลอกเบร้ง ท่อ หน้าลิ้นปิดเปิด ชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้า ถ้าสารนี้มีลักษณะเป็นฟิล์มจะเหนียวและแข็ง ใช้ส่วนที่เป็นฉนวนของลวดและมอเตอร์ ถ้าเป็นละลายใช้ในการเคลือบลวดและฉาบแก้ว

3.8 ไนลอน (Nylon)

มีการใช้ในแบบแม่พิมพ์และการรีด ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ เช่น เบร้ง เฟือง ลิ้นปิดเปิด ท่อ ของใช้ในครัวเรือน หีบห่อ ผ้าและสายร่มชูชีพ เชือกไต่เขา และขนแปรงทาสี เป็นต้น

3.9 อคริลิครีซิน (Acrylic Resins)

ยางนี้มีคุณสมบัติเฉพาะคือ มีความใสมาก ทำขึ้นรูปง่าย ทนต่อความชื้น ยางชนิดนี้ทั่วไปคือ Methly Methacrylate ชื่อการค้าที่รู้จักกันดีคือ Lucite ของบริษัทคูปองท์ และ Plexigls ของบริษัท Room & Haas สารนี้เป็นพลาสติคเปลี่ยนรูปที่สามารถขึ้นรูปได้โดยการหล่อ การรีด การใช้แบบแม่พิมพ์ การดึง ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์คือ หน้าต่าง เครื่องบิน ตู้กระจกโชว์ ฝาปิดเครื่องวัด เครื่องสำอางค์ หุ่นจำลองแบบใส เป็นต้น

3.10 ไวนิล เรซิน (Vinyl Resines)

ไวนิล เรซิน ที่รู้จักกันทางการค้าจะรวมถึง โพลีไวนิล คลอไรด์ (Polyvinyl Chloride) P.V.B. โพลีไวนิล บิวเทรท (Polyvinyl Butyrate) และโพลีไวนิลลิดีน คลอไรด์ (Polyvinylidene Chloride) สารประกอบพลาสติคเปลี่ยนรูปชนิดนี้ สามารถทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้โดยการอัดฉีด การอัดฉีดส่ง การรีด การเป่า ไวนิลเรซิน เหมาะสำหรับการเคลือบผิว การตัดโค้งและทำให้เป็นแผ่นแข็งได้

3.10.1 Polyvinyl Butyrate มีความใสและเหนียวใช้สำหรับเชื่อมต่อแก้ว ทำเสื้อกันฝน เครื่องอุดถังเชื้อเพลิง ทนต่อความชื้น ยืดเหนียวได้ดี คงทนต่อแสงและความร้อน

3.10.2 Polyvinyl Chloride ทนต่อตัวทำละลายต่าง ๆ ได้สูงและทนไฟ ในทางผลิตภัณฑ์ใช้ทำของที่ขัดหยุ่นได้ ภาชนะบรรจุและขวดต่าง ๆ

3.10.3 Polyvinylidene Chloride ใช้สำหรับทา และท่อ

3.10.4 Cellular Vinyl ทำผลิตภัณฑ์โฟม พู่น สิ่งห่อหุ้มและเบาะ

พลาสติกเป็นวัสดุที่มีความสำคัญมากในปัจจุบัน ซึ่งนำมาใช้ผลิตภัณฑ์แทนวัสดุอื่นๆ เนื่องจากวัสดุพลาสติกมีคุณสมบัติที่ดีหลายประการดังกล่าวมาแล้วข้างต้น

4. กรรมวิธีการผลิตในอุตสาหกรรมพลาสติก

สามารถแยกออกเป็นประเภท ได้ดังนี้

4.1 ประเภทหล่อพลาสติกเม็ดและผง โดยใช้ความร้อนและแรงอัดในแม่แบบปิด Molding

4.1.1 แบบฉีด (Injection)

4.1.2 แบบอัดส่ง (Transfer)

4.1.3 แบบอัด (Compression)

4.1.4 แบบรีด (Extrusion)

4.1.5 แบบเป่า (Blow)

4.1.6 แบบลูกกลิ้ง (Calendering)

4.1.7 แบบอัดแผ่น (Laminating)

4.1.8 แบบอัดเย็น (Cold)

4.2 ประเภทหล่อพลาสติกเหลว Casting

4.2.1 แบบหล่อเย็น (Simple)

4.2.2 แบบหล่อร้อน (Plastisol)

4.3 ประเภทอัดขึ้นรูปพลาสติกแผ่น Thermoforming

4.3.1 แบบอัดด้วยแม่แบบ (Mechanical)

4.3.2 แบบสุญญากาศ (Vacuum)

4.3.3 แบบลมอัด (Blow)

4.4 ประเภทหล่อพลาสติกเหลวกับวัสดุเสริมกำลัง Reinforcing

4.4.1 แบบใช้มือทา (Hand Lay-Up)

4.4.2 แบบใช้เครื่องพ่น (Spray Up)

4.4.3 แบบใช้แม่แบบอัด (Matched Molding)

4.4.4 แบบอัดเหลว (Premix Molding)

4.4.5 แบบถุงอัดอากาศ (Pressure-Bag Molding)

4.4.6 แบบถุงสูญญากาศ (Vacum-Bag Molding)

4.5 ประเภทหล่อโฟม Foaming

4.5.1 แบบหล่อพลาสติกเม็ด

4.5.2 แบบหล่อพลาสติกเหลว

กรรมวิธีการผลิตมีมากมายหลายวิธีในที่นี้จะกล่าวถึง การผลิตที่สำคัญ ๆ เท่านั้น

4.1.1 กรรมวิธีการผลิตแบบฉีด

แบ่งออกได้หลายชนิดคือ

4.1.1.1 แบบฉีดชนิด Flow Molding

เป็นชนิดธรรมดาที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง ใช้ทำชิ้นงานทั่ว ๆ ไป เช่น ถังน้ำ ตะกร้า ขัน และของใช้อื่น ๆ

4.1.1.2 แบบฉีดชนิด Injection Blow Molding

เป็นชนิดที่ดัดแปลงมาจากกรรมวิธีการผลิตแบบเป่า ซึ่งผลิตชิ้นงานที่กลวงแต่มีปัญหาเรื่องความหนาของส่วนต่าง ๆ ไม่เท่ากัน กรรมวิธีแบบนี้จะผลิตชิ้นงานรูปขวดที่มีขนาดเล็กเท่านั้น เนื้อของชิ้นงานทั่ว ๆ ไป มีความหนาใกล้เคียงกัน

4.1.1.3 แบบฉีดชนิด Reactive Injection Molding

ใช้ผลิตชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ เช่น ชิ้นส่วนในรถยนต์ เครื่องปรับอากาศ และฝาครอบผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ ฯลฯ

4.1.1.4 แบบฉีดชนิด Injection Stamping

เป็นกรรมวิธีการผลิตแบบพิเศษที่ทำงานละเอียด แม้แบบสามารถปรับขนาดได้ ป้องกันการหดตัวหรือบิดงอของชิ้นงาน มีใช้น้อยมากซึ่งส่วนใหญ่ใช้กับงานผลิตเลนส์

ชนิดของพลาสติกที่ใช้กับกรรมวิธีการผลิตแบบนี้ ใช้พลาสติกพวกเทอร์โมพลาสติกเกือบจะทุกชนิด เช่น แอสเซทอล อะคริลิก ฟลูโอโลคาร์บอน โพลีโอเลฟิน โพลีสไตรีน ไวนิล โพลีเอทิลีน โพลีเอทิลีน

ชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกรรมวิธีการผลิตแบบนี้ เป็นผลิตภัณฑ์เกือบทุกประเภทสังเคราะห์ ๆ ให้ดูที่รอยนูนกลมที่ด้านล่าง หรือส่วนที่มองไม่เห็นของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นรอยที่พลาสติกหลอมเหลวถูกอัดเข้าแม่แบบ

โลหะแผ่น (เกษมชัย บุญเพ็ญ : 2533) หน้า 117-187

โลหะแผ่นที่นำมาใช้งานส่วนมากได้แก่ เหล็กซึ่งรีดออกมาเป็นแผ่น ๆ มีขนาดความหนาหลายขนาดต่าง ๆ กัน และยังมีการเคลือบผิวด้วยโลหะต่าง ๆ อาทิเช่น เคลือบผิวด้วยตะกั่ว สังกะสี หรือดีบุก เป็นต้น นอกจากนี้แล้วยังมีการนำเอาโลหะผสมมาใช้อีกหลายชนิด เช่น ทองแดง อลูมิเนียม เป็นต้น

โลหะแผ่นโดยทั่วไป แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้คือ

1. โลหะแผ่นเปลือย (Bare metal or Uncoated metal)
2. โลหะแผ่นเคลือบผิว (Coated metal)

โลหะแผ่นเปลือย ส่วนมากจะเป็นโลหะแผ่นนอกกลุ่มเหล็ก (Non ferrous metal) เช่น แผ่นทองแดง, แผ่นอลูมิเนียม, แผ่นทองเหลือง เป็นต้น

โลหะแผ่นเคลือบ จะทำเป็นโลหะแผ่นในกลุ่มเหล็ก (Ferrous metal) เสียก่อนแล้ว

วัตถุประสงค์ของการเคลือบผิว เพื่อป้องกันมิให้เกิดการกัดกร่อน ซึ่งจะทำให้โลหะนั้นมีอายุการใช้งานได้นานขึ้น

1. โลหะแผ่นเปลือย

1.1 อลูมิเนียม (Aluminium)

อลูมิเนียม เป็นโลหะแผ่นเปลือยประเภท Non ferrous metal โดยปกติจะเป็นแผ่น อลูมิเนียมที่มีความบริสุทธิ์ไม่ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ แต่จะเป็นอลูมิเนียมผสมโลหะหรือธาตุอื่น ๆ อีกเล็กน้อย เพื่อให้อลูมิเนียมมีคุณสมบัติบางประการดีขึ้น อลูมิเนียมบริสุทธิ์จะอ่อนมาก ในลักษณะที่เป็นแผ่นจะไม่ค่อยพบใช้งานบ่อยนัก

อลูมิเนียมแผ่นจะมีส่วนผสมของทองแดง ซิลิกอน เหล็ก และแมกนีเซีย ส่วนอลูมิเนียมชนิดอื่น ๆ ที่ไม่ได้อยู่ในลักษณะที่เป็นแผ่น จะผสมนิเกิล แมกนีเซียม และโครเมียม อย่างไรก็ตาม อลูมิเนียมผสมทุกชนิดจะต้องมีอลูมิเนียมผสมอยู่ ไม่น้อยกว่า 90% เสมอ

อลูมิเนียมผสมมีอยู่หลายชนิด ชนิดต่าง ๆ เหล่านี้มีคุณสมบัติแตกต่างกัน และมีค่าความแข็งที่ต่างกันออกไปอีกประมาณ 40 เกรด (Grades) ดังนั้น ควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานแต่ละชนิด

อลูมิเนียมผสมจะถูกกำหนดคุณสมบัติตาม Number ต่าง ๆ กัน สำหรับในงานโลหะแผ่นจะใช้ Number 3003 แต่ในทางการค้าจะนิยมเรียกเป็นตัวอักษร เช่น O, H เป็นต้น

“O” หมายถึง อลูมิเนียม (Soft) ใช้งานได้ดีเหมือนกับแผ่นสังกะสี

“H” หมายถึง อลูมิเนียม (Hard) บางชนิดดัดโค้งได้ แต่บางชนิดไม่สามารถที่จะดัดโค้งได้

“T” หมายถึง อลูมิเนียมที่จะต้องใช้งานที่เกี่ยวกับความร้อน (Heat treated) อยู่เสมอ

ตัวเลขตามหลังอักษร H หรือ T จะบอกความแข็ง เช่น Number 3003 ที่ใช้งานโลหะแผ่นทั่วไปจะเขียนเป็น H 14 เป็นต้น ซึ่งอลูมิเนียม Number ดังกล่าวนี้นี้มีความแข็งไม่มากนักสามารถดัดโค้งหรือขึ้นรูปได้ดี

อลูมิเนียมจะสังเกตได้ง่ายเพราะมีสีขาว น้ำหนักเบา บางชนิดจะมีสีใกล้เคียงกับสแตนเลส (Stainless steel) สามารถนำไปเชื่อมได้ และจะต้องใช้น้ำประสาน (Flux) ชนิดพิเศษสำหรับการบัดกรีก็สามารถทำได้เช่นเดียวกัน แต่ทั้งนี้จะต้องใช้น้ำประสาน-ตะกั่วบัดกรี และความร้อนของหัวแร้งให้ถูกต้อง มิฉะนั้นจะทำให้การบัดกรีไม่ได้ผล

อลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีผิวเป็นมัน และทนต่อการกัดกร่อนได้ดี ในบรรยากาศปกติ ดังนั้น จึงเหมาะสำหรับใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการความสวยงาม

1.2 ทองแดง (Copper)

ทองแดงเป็นโลหะแผ่นเปลือยประเภท Non-ferrous metal สังเกตได้ง่ายจากสีซึ่งเป็น สีแดงจนเกือบจะเป็นสีน้ำตาล ทองแดงเกิดออกไซด์ (Oxide) หรือทำปฏิกิริยากับออกซิเจน (Oxygen) ได้ง่าย Oxide ของทองแดงจะมีสีเขียวอมน้ำเงิน เป็นตัวปกคลุมผิวหน้าของทองแดงไม่ให้เกิด Oxide อีกต่อไป ดังนั้น ทองแดงจึงทนต่อการกัดกร่อนได้สูง ดังจะพบเห็นได้จากหลังคาโบสถ์คาทอลิกในยุโรป ซึ่งสร้างมาตั้งแต่ยุโรปสมัยกลาง ปัจจุบันก็ยังคงมีสภาพที่ดีอยู่

ทองแดงเป็นโลหะที่มีราคาค่อนข้างสูง และมีน้ำหนักมาก การป้องกันผิวหน้าของทองแดงให้พ้นจากการกัดกร่อน สามารถจะกระทำได้โดยใช้แลคเกอร์ (Lacquer) เคลือบผิวหน้าซึ่งจะทำให้ผิวของทองแดงแลดูเป็นเงา มัน และดูใสอยู่เสมอ แต่อย่างไรก็ดี เมื่อใช้ไปนาน ๆ ทองแดงก็จะเกิด Oxide ได้อีก

ความหนาของแผ่นทองแดงจะบอกเป็นออนซ์ (Ounce) ต่อตารางฟุต เช่น “18 Ounce” หมายความว่าทองแดงมีความหนาเป็นน้ำหนัก 18 ออนซ์ต่อตารางฟุต ดังจะเห็นได้จากตารางการเปรียบเทียบความหนากับโลหะอื่น ๆ (ตารางที่ 1-1 หน้า 4)

เนื่องจากทองแดงถ่ายเทความร้อนได้รวดเร็ว ดังนั้นการบัดกรีจะต้องใช้หัวแร้งที่มีขนาดใหญ่ จึงจะให้ความร้อนได้อย่างพอเหมาะกับการหลอมละลายของตะกั่วบัดกรี การต่อทองแดงไม่นิยมใช้การเชื่อม แต่นิยมใช้การ Brazing เพราะทำได้อย่างรวดเร็ว และให้ความ

แข็งแรงได้มากกว่า

1.3 ทองเหลือง (Brass)

ทองเหลืองเป็นโลหะผสมระหว่างทองแดงกับสังกะสี ซึ่งมีส่วนผสมของสังกะสีอยู่ระหว่าง 32-50 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักทองเหลืองสามารถดัดโค้ง งอ หรือขึ้นรูปได้ง่าย ผิวหน้าของทองเหลืองจะขุ่นมัว เนื่องจากการเกิด Oxide ได้ง่ายเช่นเดียวกับทองแดง Oxide ของทองเหลืองจะมีสีเขียวอ่อน

ผิวของทองเหลืองสังเกตุได้ง่าย เนื่องจากเป็นสีเหลืองเมื่อขัดจะเป็นเงาแวววาว และสวยงาม การเกิด Oxide ง่ายดังกล่าวจึงจำเป็นต้องมีการป้องกันมิให้เกิด Oxide โดยการขัดและเคลือบผิวด้วย Lacquer

ทองเหลืองไม่ค่อยนิยมนำมาใช้งานมากนัก นอกจากจะใช้ทำภาชนะต่าง ๆ และงานที่ต้องการความสวยงามบางชนิดเท่านั้น

1.4 สแตนเลส (Stainless steel)

Stainless steel เป็นโลหะเปลือยประเภท Ferrous metal ซึ่งมีส่วนผสมประกอบด้วย เหล็ก โครเมียม นิกเกิล และธาตุอื่น ๆ อีกเล็กน้อย Stainless steel มีหลายชนิดสามารถที่จะเลือกใช้ให้เหมาะสมกับความต้องการได้ โดยปกติผิวของ Stainless steel จะมีสีคล้ายเงิน และมีลักษณะเป็นมัน

Stainless steel นิยมใช้ทำเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ภาชนะใส่อาหารหรืองานเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมอย่างละเอียด ที่ต้องการความสวยงามใช้ได้ทั้งภายนอกและภายในตัวอาคาร โดยไม่ต้องมีการทาสีหรือเคลือบผิว เพื่อป้องกันการกัดกร่อนด้วยวัสดุอื่นใดทั้งสิ้น

คุณสมบัติทางกายภาพของ Stainless steel ก็เหมือนโลหะผสมชนิดอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ ที่ผสมลงไปในขณะที่ยังหลอมละลายอยู่ ซึ่งต้องระมัดระวังควบคุมอุณหภูมิ และบรรยากาศของก๊าซต่าง ๆ ด้วย ธาตุต่าง ๆ ที่ผสมเข้าเป็น Stainless steel ได้แก่ :-

นิกเกิล (Nickel) จะเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียว ป้องกันการกัดกร่อนได้ดีและเพิ่มความ

ย

แมงกานีส (Manganese) ช่วยเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียวและทนต่อแรงดึงได้สูง

โครเมียม (Chromium) จะเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อน ความแข็งแรงและสามารถทนต่อแรงดึงได้สูง

วานาเดียม (Vanadium) จะเพิ่มความเหนียวให้กับ Stainless steel

โมลิบดีนัมและโคโลมเบียม (Molybdenum and Columbium) จะต้านทานการกัดกร่อน

ติตานิยม (Titanium) และแมกนีเซียม (Magnesium) จะทำให้ Stainless steel มีน้ำหนักเบา

Stainless steel มีอยู่หลายชนิด ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว โดยทั่วไปจะมีส่วนผสมหลักคือ เหล็ก (Fe), นิกเกิล (Ni) และโครเมียม (Cr)

Stainless steel แบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 3 ประเภทตามชนิดของโครงสร้างซึ่งได้แก่ :-

1.4.1 AUSTENITIC STAINLESS STEEL จะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียม 18%, นิกเกิล 8% และธาตุอื่น ๆ ผสมอยู่อีกประมาณ 2-4% Stainless steel ประเภทนี้จะจัดอยู่ในหมู่ 300 และมีชื่อเรียกว่า CHROME-NICKEL ซึ่งมีความแข็งแรงสูงมาก แต่มีความเหนียวต่ำ และไม่มีคุณสมบัติความเป็นแม่เหล็กอยู่เลย

1.4.2 MARTENSITIC STAINLESS STEEL จะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียมอยู่ระหว่าง 11.5-17% และมีส่วนผสมของธาตุคาร์บอน (C) อีกไม่เกิน 1.2% Stainless steel ประเภทนี้จะมีมีความแข็งแรงอยู่มาก แต่ก็มีค่าเปราะมากอีกเช่นเดียวกัน

1.4.3 FERRITIC STAINLESS STEEL ซึ่งจะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียมอยู่ระหว่าง 17-27% และมีส่วนผสมของธาตุคาร์บอนอีกไม่เกิน 0.2% Stainless steel ประเภทนี้จะมีคุณสมบัติอ่อนและเหนียวมาก

Stainless steel ประเภท Martensitic และ Ferritic จะจัดอยู่ในหมู่ 400 และมีคุณสมบัติความเป็นแม่เหล็กสูงมาก

Stainless steel เป็นโลหะที่มีราคาแพง แต่อายุการใช้งานยาวนานมาก ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี และเสียค่าบำรุงรักษาถูกอีกด้วย เมื่อเทียบกับโลหะชนิดอื่น ๆ ดังนั้นในการทำงานควรเลือก Stainless steel ให้เหมาะกับการทำงานด้วย

1.5 เหล็กดำ (Black Iron)

เหล็กในรูปโลหะแผ่นเปลือย ไม่ค่อยนิยมใช้งานมากนักเพราะเกิดสนิมได้ง่าย เกิดการกร่อนได้รวดเร็ว และบัดกรียาก เหล็กชนิดนี้จึงใช้งานที่ความต้องการพ่นสีเท่านั้น

การผลิตเหล็กแผ่น หลังจากได้เอาสินแร่เหล็กไปถลุงเป็น Ingot* และเติมธาตุต่าง ๆ ได้ตามต้องการ ต่อจากนั้นจะนำ Ingot ไปอบให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น เพื่อจะนำไปรีดให้เป็นเหล็กชนิดต่าง ๆ และรูปต่าง ๆ กัน โดยใช้ลูกกลิ้ง (Mills) แบบต่าง ๆ กันเช่น

1.5.1 Blooming mills จะเปลี่ยนรูปร่างของ Ingot ให้เป็นเหล็กโครงสร้างรูปร่างต่าง ๆ เช่น รางรถไฟ แท่งเหล็กสี่เหลี่ยม เหล็กกลม เหล็กรูปตัวไอ (I beam) เป็นต้น

1.5.2 Billet mills จะเปลี่ยนแท่ง Ingot ให้เป็นเส้นลวดและท่อ (Pipe) ชนิดต่าง ๆ

1.5.3 Slabbing mills จะเปลี่ยนแท่ง Ingot ให้เป็นเหล็กแผ่นที่มีความหนาแตกต่างกัน ซึ่งสามารถจะรีดให้เหล็กมีความหนาได้น้อยกว่า 1/8 นิ้ว การรีดเหล็กให้มีความหนาได้น้อยลง สามารถจะรีดได้ทั้งในขณะที่ยังร้อนแดง (Hot rolled) และในขณะที่เย็นตัวลงแล้ว (Cold rolled)

เหล็กที่ร้อนจะปรากฏสีที่ขอบเป็นสีเทาหรือน้ำตาล ตลอดแผ่นจะมีสีดำ ซึ่งเนื่องจากผลของความร้อน เหล็กชนิดนี้จะใช้ทำงานก่อสร้างเป็นส่วนใหญ่ เช่น เรือ หม้อน้ำ โครงสร้างเหล็ก เป็นต้น เพราะเหล็กที่ร้อนมีราคาถูกกว่าเหล็กที่เย็น การนำไปใช้งานก็จะต้องมีการป้องกันการกัดกร่อนโดยการทาสี เป็นต้น

เหล็กที่เย็นจะปรากฏเป็นสีน้ำตาลเทาบนผิวหน้าทั่ว ๆ ไป ใช้กับงานที่ต้องการผิวหน้าที่เรียบร้อย เช่น ผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์เหล็ก เป็นต้น อย่างไรก็ตามจะต้องมีการป้องกันการกัดกร่อนเช่นเดียวกับเหล็กที่ร้อน

เนื่องจากเหล็กเป็นโลหะแผ่นที่มีราคาถูก จึงนิยมนำมาเคลือบกับโลหะอื่น เพื่อให้เหล็กทนต่อการกัดกร่อนได้ดี มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ดังนั้น เหล็กแผ่นจึงเป็นโลหะหลักในการผลิตเหล็กเคลือบสังกะสี ดีบุกและตะกั่ว ดังจะได้กล่าวต่อไป

2. โลหะแผ่นเคลือบ

2.1 เหล็กอาบสังกะสี (Galvanized steel)

ในสภาพบรรยากาศปกติสังกะสีเป็นโลหะที่ทนต่อการกัดกร่อนได้ดีมาก ดังนั้น จึงนิยมนำไปเคลือบแผ่นเหล็ก เพื่อช่วยให้แผ่นเหล็กมีอายุใช้งานที่ยาวนาน ถ้าสังกะสีที่ใช้เคลือบผิวเหล็กลอก หรือหลุดไปก็จะทำให้เกิดสนิมขึ้นกับแผ่นเหล็กได้

การผลิตเหล็กอาบสังกะสีสามารถกระทำได้ 2 วิธีดังนี้ คือ

2.1.1 โดยวิธีจุ่ม (Hot dipped) นำเอาแผ่นเหล็กอ่อนที่ได้จากการรีดเย็นไปล้างไขมันในถังกรด แล้วนำไปล้างน้ำสะอาด จากนั้นจึงนำไปจุ่มลงในถังสังกะสีที่กำลังหลอมละลายสังกะสีก็จะเกาะติดผิวหน้าของแผ่นเหล็ก แล้วจึงนำไปรีดให้เรียบอีกครั้งหนึ่ง

2.1.2 โดยวิธีเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า อาศัยหลักการเกี่ยวกับการชุบโครเมียมด้วยไฟฟ้า สังกะสีชนิดนี้มีชื่อเรียกทางการค้าโดยเฉพาะว่า Zincgrip หรือ Paintgrip

เหล็กอาบสังกะสีที่ได้จากการเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า ผิวที่เคลือบจะติดแน่น เรียบสม่ำเสมอ มีลักษณะเป็นดอกสีเทา เหมาะอย่างยิ่งสำหรับงานที่ต้องการพ่นสี

เหล็กอบสังกะสีสามารถสังเกตได้ง่าย จากลวดลายดอกที่ปรากฏ บนผิวจะมี ปลาย
 ภายแวววาวเห็นได้ชัดเจน ลวดลายนี้เกิดจากการเย็นตัวของสังกะสีบนผิวเหล็ก

ความคงทนต่อการกัดกร่อนของเหล็กอบสังกะสี จะขึ้นอยู่กับคุณภาพของสังกะสีที่
 เกาะเคลือบผิวอยู่ ถ้ามีคุณภาพดีจะสามารถดัดโค้งงอ และพับให้เกิดความแข็งแรงได้โดยที่สังกะสี
 ไม่กระเทาะ หรือร่อนออกจากผิวเหล็กได้ง่าย และไม่เกิดการฉีกขาดเมื่อพับหลาย ๆ ครั้ง

เหล็กแผ่นอบสังกะสีสามารถบัดกรีได้ง่าย แต่ถ้าจะนำไปเชื่อมจะเกิดปัญหายุ่งยาก
 เนื่องจากสังกะสีเมื่อถูกเผาจะเกิดก๊าซและควันพิษขึ้น ผลของการเผาไหม้จะทำให้การเชื่อมติดได้
 ยาก นอกจากนี้การเชื่อมยังเป็นการทำลายสังกะสีที่เคลือบผิวเหล็กอีกด้วย

การนำแผ่นเหล็กอบสังกะสีไปทำการเคลือบผิวด้วยการพ่นสีก็ยังสามารถทำได้ แต่ถ้า
 จะให้เกิดผลดีควรล้างด้วยน้ำกรดอ่อน ๆ ก่อนที่จะพ่นสีพื้น การล้างด้วยน้ำกรดจะช่วยให้สีพื้นเกาะ
 ติดผิวงานได้ดีขึ้น

การใช้งานในบรรยากาศปกติ จะมีอายุการใช้งานอย่างน้อย 5-10 ปี โดยไม่ต้องทาสี
 หรือป้องกันการกัดกร่อนแต่อย่างใด แต่ถ้านำไปใช้งานในบรรยากาศที่มีการกัดกร่อน เช่น
 ใต้น้ำกรด หรือ บริเวณที่มีความชื้นมาก ๆ ควรจะต้องทาสี

2.2 ตะกั่ว (Lead)

ตะกั่วเป็นโลหะที่ใช้เคลือบผิวอีกชนิดหนึ่งในงานโลหะแผ่น เป็นโลหะเก่าแก่ที่นิยมใช้
 กันมานานแล้ว เช่น ตามโบสถ์คาทอลิกของยุโรปสมัยกลาง ซึ่งทำเป็นโลหะมุงหลังคา หรือกัน
 สาด เป็นต้น ตะกั่วสามารถบัดกรีหรือเชื่อมได้ง่าย โดยให้ความร้อนอย่างถูกต้องเหมาะสม

ตะกั่วเป็นโลหะที่อ่อนมากยืดได้ง่าย จนสามารถจะรีดได้โดยเครื่องที่ใช้มือหมุน ความ
 อ่อนตัวของตะกั่วมีมาก ดังกล่าวการขึ้นรูป จึงสามารถทำได้ด้วยมือโดยไม่ยากนัก และไม่มีกรณ
 ชาติด้วยการวัดขนาดความหนาของตะกั่ว จะวัดเป็นหน่วยน้ำหนักปอนด์ต่อตารางฟุต

ในปัจจุบันตะกั่วไม่ค่อยนิยมใช้มากนัก เพราะมีวัสดุอื่น ๆ ที่มีคุณสมบัติที่ดีกว่ามาใช้
 แทน เช่น Stainless steel หรือพลาสติก เป็นต้น อย่างไรก็ตามในที่ซึ่งมีการกัดกร่อนมาก ก็ยังใช้
 ตะกั่วกันอยู่ เช่น ที่ใต้น้ำกรด เป็นต้น

2.3 ดีบุก (Tin)

เป็นโลหะแผ่นเคลือบที่เกิดจากการนำเอาเหล็กรีดเข้ามาเคลือบผิวด้วยดีบุก ผิวหน้าของ
 ดีบุกจะขุ่นมัวไม่สะท้อนแสง หรือเป็นเงามันเหมือนกับโลหะชนิดอื่น มีความคงทนต่อไอน้ำหรือ
 ความชื้นได้ดี

ขนาดความหนาของดีบุกจะกำหนดเป็นตัวเลขและตัวอักษร เช่น 1C (อ่าน One C), 1X

(อ่าน One cross) หรือจะกำหนดเป็นขนาดน้ำหนักต่อกล่อง (Base box) ก็ได้ เช่น 1 Base box จะหมายถึงแผ่นดีบุกขนาด 14 X 20 นิ้ว จำนวน 112 แผ่น Double box ก็จะบรรจุแผ่นดีบุก จำนวน 112 แผ่น เช่นเดียวกัน แต่มีขนาดเป็น 28 X 20 นิ้ว น้ำหนักของ Base box นี้เรียกว่า Base weight ซึ่งมีน้ำหนักต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับความหนาของแผ่นดีบุก

แต่ก่อนนี้แผ่นดีบุกใช้สำหรับบุหลังคา ภาชนะบรรจุอาหารและเครื่องมือเครื่องใช้ ประจำบ้าน ครั้นพอ Stainless steel ได้รับการปรับปรุงให้นำมาใช้อย่างกว้างขวางแล้ว จึงทำให้แผ่นดีบุกมีที่ใช้งานลดน้อยลง แต่ในปัจจุบันก็ยังคงใช้ทำกระป๋องบรรจุอาหารกระป๋อง เครื่องดื่ม ถึงแม้จะใช้โลหะอื่นแทนแล้วก็ตาม

ขนาดมาตรฐานของโลหะแผ่น (Standard size sheet)

โลหะแผ่นมีขนาดต่าง ๆ กัน ขนาดมาตรฐานของอเมริกา มีดังนี้คือ

30 X 96 นิ้ว, 36 X 96 นิ้ว

36 X 120 นิ้ว, 39 X 120 นิ้ว

ขนาดที่นิยมใช้กันมากคือ 36 X 96 นิ้ว

ในท้องตลาดเมืองไทย จะใช้กันมากเพียง 2 ขนาดคือ 36 X 96 นิ้ว และ 48 X 96 นิ้ว ซึ่งเรียกกันจนเคยชินว่า โลหะแผ่นขนาด 3 X 8 ฟุต และ 4 X 8 ฟุต ตามลำดับ

ในกรณีที่ต้องการขนาดพิเศษ สามารถจะสั่งทำจากโรงงานที่ผลิตได้

ขนาดน้ำหนักของโลหะแผ่น

น้ำหนักของโลหะแผ่นโดยทั่ว ๆ ไปจะมีหน่วยวัดเป็น ปอนด์ต่อตารางฟุต โลหะแผ่นแต่ละชนิดก็จะมีน้ำหนักแตกต่างกันออกไป ตามความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) ของโลหะนั้น ดังตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 23

ตารางแสดงน้ำหนักต่อพื้นที่ 1 ตารางฟุตของโลหะแผ่นต่าง ๆ

GAUGE NO.	COLD ROLLED STEEL	STAINLESS STEEL	GALVANIZED STEEL	ALUMINIUM	COPPER
30	.500	.525	.656	.141	-
28	.625	.656	.781	.177	-
26	.750	.788	.906	.224	14 oz.
24	1.000	1.050	1.156	.282	16 oz.
22	1.250	1.313	1.406	.352	20 oz.
20	1.500	1.575	1.656	.451	28 oz.
18	2.000	2.100	2.156	.563	36 oz.
16	2.500	2.625	2.656	.718	48 oz.

*oz หมายถึง ออนซ์, 16 ออนซ์ เท่ากับ 1 ปอนด์

การต่อโลหะแผ่น (เกษมชัย บุญเพ็ญ : 2533) หน้า 117 - 187

1. การเชื่อม (Welding)

การเชื่อม หมายถึง กรรมวิธีที่ทำให้โลหะอย่างน้อย 2 ชิ้น หลอมละลายติดกันแน่น และประสานติดเป็นเนื้อเดียวกันตรงบริเวณรอยเชื่อม โดยปกติมักจะใช้แรงกด ใช้ลวดเชื่อม ซึ่งอาจจะใช้อย่างหนึ่งอย่างใดหรือไม่ใช้ทั้ง 2 อย่างเลยก็ได้

การต่อโลหะโดยการเชื่อมนี้ ยังแบ่งกรรมวิธีที่นิยมใช้มาก สำหรับโลหะแผ่นบางได้อีกเป็น 3 วิธี ซึ่งได้แก่

1.1 การเชื่อมก๊าซ หมายถึง การเชื่อมประสานโลหะ 2 ชิ้นให้ติดกันโดยอาศัยความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ของก๊าซ 2 ชนิดผสมกัน ก๊าซที่ได้โดยทั่วไปคือออกซิเจน (Oxygen, O_2) กับ อะเซทิลีน (Acetylene, C_2H_2) ความร้อนที่ได้จะมีประมาณ 5,800-6,300°F ซึ่งมากเพียงพอจะหลอมละลายโลหะทั้ง 2 ชิ้นให้ติดกันได้

1.2 การเชื่อมไฟฟ้า หมายถึง การเชื่อมประสานโลหะ 2 ชิ้น ให้ติดกันโดยอาศัยความร้อนจากการอาร์ค (Arc) ของขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว ความร้อนที่ได้จะมีประมาณ $10,000^{\circ}\text{F}$

1.3 การเชื่อมแบบความต้านทาน หมายถึง การเชื่อมโดยอาศัยความต้านทานกระแสไฟฟ้าของแผ่นโลหะเป็นตัวนำ ให้เกิดความร้อนขึ้นในขณะที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ณ บริเวณจุดนั้น การเชื่อมโดยวิธีนี้ยังจะต้องอาศัยแรงกดเข้าช่วย ในขณะที่โลหะกำลังหลอมละลายด้วย และในขณะที่โลหะเย็นตัวลงก็จะทำให้โลหะยึดติดกัน

2. การย้ำหมุด (riveting)

การย้ำหมุดเป็นกระบวนการต่อแผ่นโลหะแบบถาวรที่สำคัญวิธีหนึ่ง ตะเข็บย้ำหมุดจะใช้กับแผ่นงานที่ต้องการความแข็งแรงมาก และไม่ต้องการให้มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในของแผ่นโลหะที่นำมาต่อ

การย้ำหมุดสามารถจะกระทำได้ 2 วิธี คือการใช้มือ และการใช้เครื่องจักร การใช้มือจะใช้กับแผ่นงานที่มีขนาดบางหรือเล็ก โดยใช้ค้อนย้ำหมุด (Riveting hammer) กับชุดย้ำหมุด (Rivet set) หรือใช้ย้ำด้วยปืนย้ำหมุด (Pneumatic riveting gun) และ Die (set) สำหรับแผ่นงานที่มีความหนา จะต้องใช้เครื่องจักรเข้าช่วยในการย้ำโดยการกดอัด (Squeezes) ลงบนหัวของหมุดย้ำ

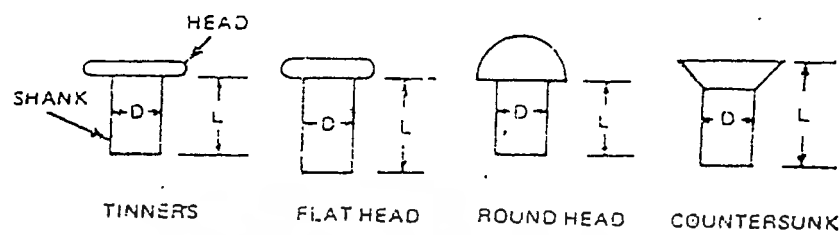
2.1 ตัวหมุดย้ำ

ทำจากโลหะอ่อนเหนียว เช่น เหล็กดำ ทองเหลือง ทองแดง และอลูมิเนียม เป็นต้น เพื่อให้ขึ้นรูปได้ง่ายด้วยเครื่องมือ และเครื่องจักรโดยไม่มีการฉีกขาดหรือแตกร้าว หมุดย้ำบางชนิดจะเคลือบผิว หรือผสมด้วยดีบุกจะช่วยให้ทนต่อการกัดกร่อน และสามารถจะทำการบัดกรีได้ง่ายขึ้น

2.2 ส่วนต่าง ๆ ของหมุดย้ำ

หมุดย้ำแต่ละชนิดจะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ 2 ส่วน คือส่วนหัว (head) ที่มีลักษณะต่าง ๆ กันกับส่วนก้าน หรือลำตัว (shank or cylindrical body) ส่วนขนาดความโตของตัวหมุดและขนาดความยาวจะวัดได้ดังแสดงในรูป

ภาพที่ 102
แสดงหมุดย้ำที่นิยมใช้ทั่วไป



ตารางที่ 24
แสดงขนาดของหมุดย้ำ

Size	Diameter in Inches	Length in Inches	Size	Diameter in Inches	Length in Inches
4 oz.	.070	1/8	3 1/2 lb.	.165	21/64
6 oz.	.080	9/64	4 lb.	.175	11/32
8 oz.	.089	5/32	5 lb.	.185	3/8
10 oz.	.095	11/64	6 lb.	.203	25/64
12 oz.	.105	3/16	7 lb.	.220	13/32
14 oz.	.109	13/64	8 lb.	.225	7/16
1 lb.	.112	7/32	9 lb.	.238	29/64
1 1/4 lb.	.120	15/64	10 lb.	.241	15/32
1 3/4 lb.	.135	1/4	12 lb.	.253	1/2
2 lb.	.140	17/64	14 lb.	.275	33/64
2 1/2 lb.	.148	9/32	16 lb.	.295	17/32
3 lb.	.160	5/16			

สำหรับหมุดย้ำแบบหัวแบน (flat head) จะมีขนาดความโตของตัวหมุดจาก 3/32” ถึง 7/32” โดยเพิ่มขึ้นชั้นละ 1/32” ส่วนขนาดที่นอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้วคือ 3/8 ถึง 1 นิ้ว จะเพิ่มขึ้นครั้งละ 1/16”

Pop or Blind Rivet

เป็นหมุดย้ำที่ใช้กับแผ่นโลหะบาง ลำตัวหมุดย้ำจะทำมาจากวัสดุอ่อน เช่น ทองแดง ทองเหลือง อลูมิเนียม เป็นต้น ลำตัวจะมีรูกลวงตรงกลางและมีแกนโลหะสอดอยู่ใช้สำหรับดึงย้ำ ในขณะที่ใช้งาน หมุดย้ำชนิดนี้สามารถใช้งานได้อย่างรวดเร็ว และแข็งแรง โดยการใช้คีมย้ำหมุด (Rivet Pliers) ดึงแกนโลหะ (Mandrel) ของตัวหมุดจนขาด ปลายของลำตัวหมุดก็จะบานออกยึดแผ่นงานที่ย้ำได้อย่างแน่นหนาและไม่ต้องแต่งหัวหมุดอีกด้วย

การใช้งานจะใช้กับงานแผ่นโลหะที่ไม่สามารถจะย้ำด้วยหมุดแบบธรรมดาได้ หรือได้แต่เสียเวลามาก หรืองานที่ย้ำอยู่ในที่คับแคบ หรืองานที่ต้องการแสดงผิวหน้าเพียงด้านเดียว

ขนาดของหมุดย้ำจะมีขนาดของความโตของเส้นผ่าศูนย์กลางของตัวหมุดดังนี้ 3/32, 7/64, 1/8, 5/32, 3/16 และ 1/4 สำหรับขนาดต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วนี้ ยังมีขนาดความยาวของตัวหมุดแตกต่างกันไปอีก

ภาพที่ 103

แสดงหัวของ pop rivet



แบบหัวของ Pop rivet มีอยู่ 2 แบบ คือ Domed head หรือ Bottom head และ Countersunk head ดังแสดงในรูปที่ 6.7

3. การพับขอบและการต่อตะเข็บ (Edging & Seaming)

ก่อนที่จะเรียนรู้ถึงการเข้าตะเข็บ นักเรียนควรจะได้รู้จักการพับขอบของโลหะแผ่นเสียก่อน เพื่อจะได้เป็นพื้นฐานของการทำตะเข็บต่อไป

3.1 การพับขอบ (Edging)

ขอบของโลหะแผ่นบาง เมื่อนำมาทำเป็นภาชนะแล้ว ควรจะต้องมีการเพิ่มความแข็งแรงให้กับขอบของโลหะแผ่นด้วยการขึ้นขอบ และเป็นการป้องกันอันตราย อันเกิดจากความคมของขอบแผ่นโลหะอีกด้วย

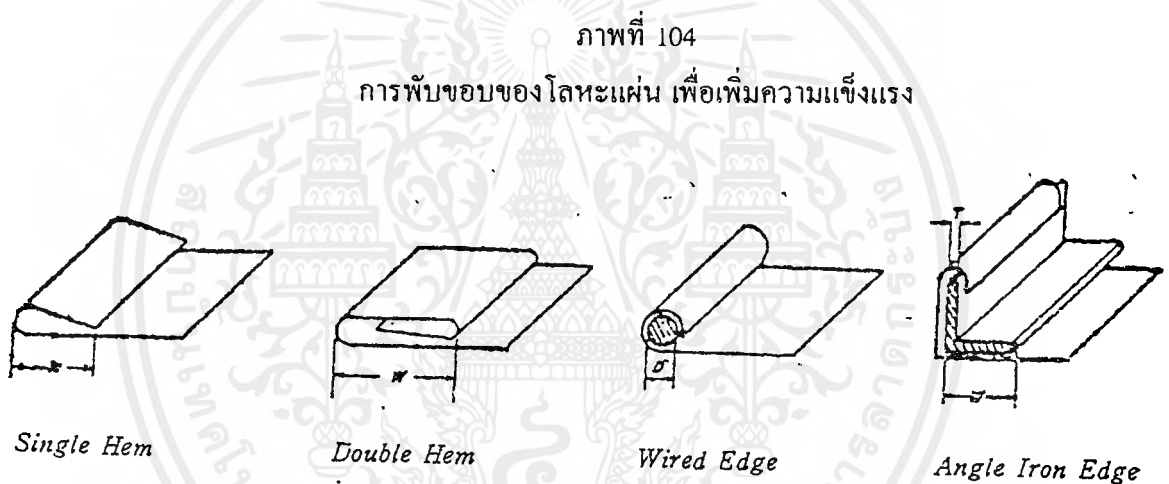
ขอบตะเข็บที่นิยมใช้กับโลหะแผ่นบางมีอยู่ 2 ชนิด คือ

ก. การพับขอบของแผ่นโลหะโดยตรง เพื่อเพิ่มความแข็งแรงซึ่งเรียกว่า Hem

ข. การพับขอบแผ่นโลหะประกอบ กับโลหะอื่นสอดเข้าในรอยพับ เพื่อเพิ่มความแข็งแรงซึ่งเรียกว่า Edge

สำหรับโลหะแผ่นบาง นิยมใช้การพับเข้าขอบอยู่ 3 แบบ ได้แก่ การพับขอบชั้นเดียว (Single hem) การพับขอบสองชั้น (Double hem) และการเข้าขอบลวด (Wire edge)

นอกจากนี้แล้ว การเพิ่มความแข็งแรงให้กับขอบโลหะแผ่นบางยังทำได้อีกหลายวิธี เช่น การเสริมเหล็กฉากเข้าในขอบ (Angle Bar edge) การพับขอบ Standing hem เป็นต้น ซึ่งโดยมากจะใช้กับขอบโลหะที่มีความกว้างและยาวมาก

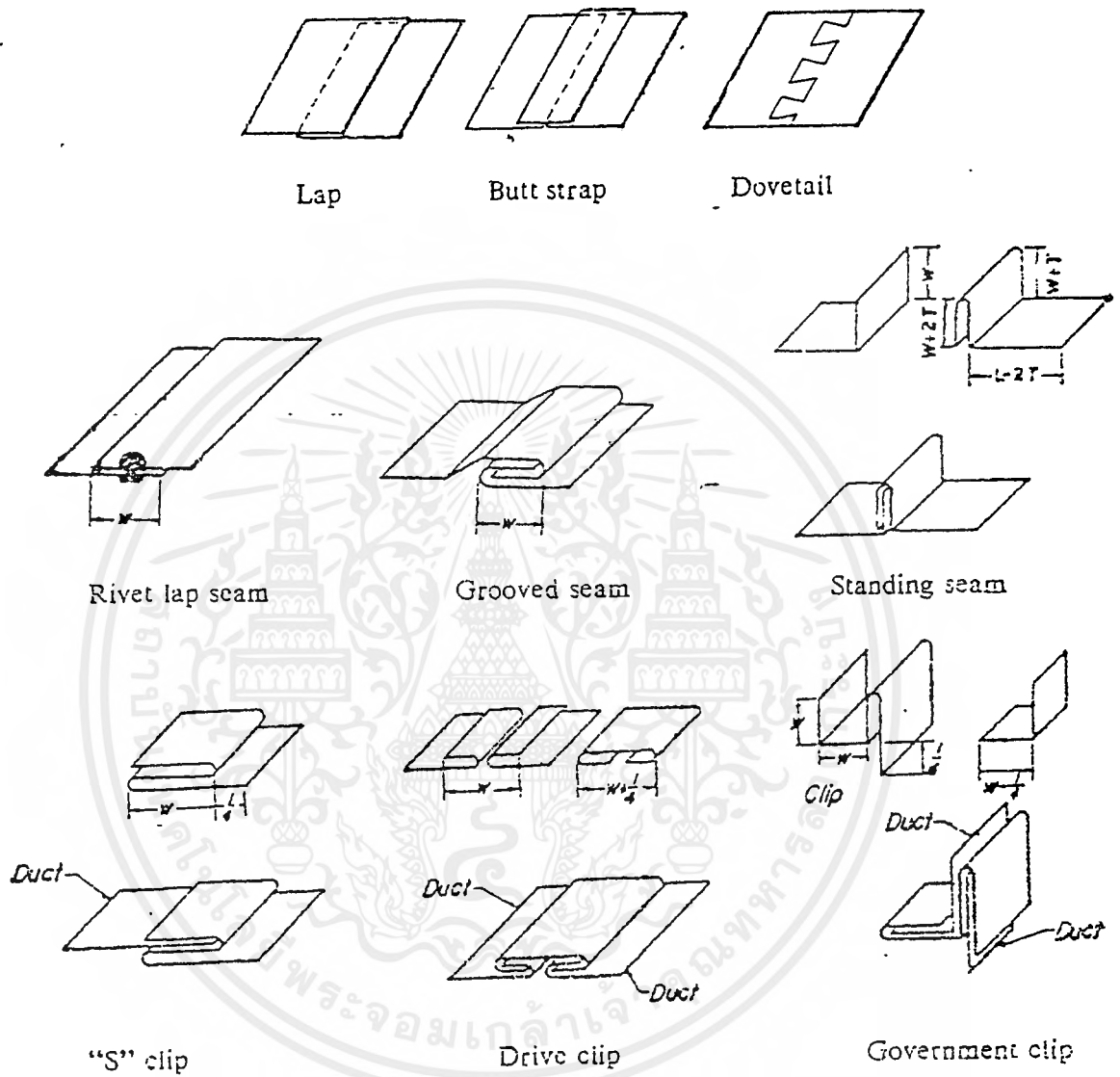


3.2 การต่อตะเข็บ (Seaming)

การต่อตะเข็บในงานโลหะแผ่น จะมีจุดมุ่งหมายต่าง ๆ หลายประการ เช่น เป็นการต่อ เพื่อเพิ่มความแข็งแรง, เพิ่มระยะความกว้างหรือยาวของแผ่นโลหะ, ป้องกันการรั่ว, บรรจบให้เป็นรูปร่างของงานตามต้องการความสวยงาม เป็นต้น

แบบพื้นฐานของรอยต่อตะเข็บ จะมีอยู่เพียง 2 แบบคือ รอยต่อในแนวราบ เช่น Butt, Lap, Groove, Standing Seam เป็นต้น และรอยต่อมุม เช่น Double seam, Corner Lap seam, Pittsburgh seam เป็นต้น

ภาพที่ 105
แสดงตะเข็บรอยต่อแนวราบ



4. การบัดกรี (Soldering)

การบัดกรีเป็นกระบวนการต่อโลหะแบบถาวรอีกวิธีหนึ่ง และเป็นกรรมวิธีของการต่อโลหะ ตั้งแต่เดิม ชาวอียิปต์โบราณเป็นพวกแรกที่ได้รู้จักนำเอาตะกั่ว และดีบุกมาใช้เป็นภาชนะและเครื่องประดับต่าง ๆ แต่โลหะทั้งสองนี้ก็ยังมิได้นำมาใช้ในการบัดกรี ชาวโรมันเป็นพวกแรกที่ได้คิดริเริ่ม และนำเอาตะกั่วมาใช้ในการบัดกรีย่อยต่อตะเข็บของท่อน้ำตะกั่ว ซึ่งตะกั่วที่นำมาใช้นั้นได้ถูกคิดค้นขึ้นมา โดยนักประวัติศาสตร์ชาวโรมันชื่อ “พลินี (Pliny)” และโดยตะกั่วบัดกรีที่ถูกคิดค้นขึ้นมานั้น มีส่วนผสมของดีบุก 40 % กับตะกั่ว 60 % โดยน้ำหนัก อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่ากระบวนการบัดกรีใหม่ ๆ จะได้วิวัฒนาการขึ้นมาเหนือกว่าวิธีเดิมมาก กรรมวิธีการบัดกรียังคงคล้าย ๆ กันอยู่

ชนิดของการบัดกรีสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ซึ่งได้แก่

4.1 การบัดกรีแข็ง (Hard soldering) เป็นการต่อยึดแผ่นโลหะ 2 ชิ้นให้ติดกัน โดยใช้ตัวประสาน (ตัวบัดกรี) จำพวกโลหะนอกกลุ่มเหล็ก (Non ferrous metal) โดยที่โลหะงาน (Base metal) จะไม่มีการหลอมละลายและมีอุณหภูมิสูงกว่า 800°F ซึ่งก็จะไม่ขอล่ารายชื่อรายละเอียดหรืออธิบายไว้ในที่นี้

4.2 การบัดกร้อ่อน (Soft Soldering) หรือที่เรียกกันสั้น ๆ ว่าการบัดกรี หมายถึงกรรมวิธีการต่อยึดแผ่นโลหะ 2 ชิ้นขึ้นไป ให้ติดกันด้วยตัวประสานโลหะนอกกลุ่มเหล็ก ซึ่งใช้อุณหภูมิต่ำกว่า 800°F และชิ้นงานจะไม่หลอมละลายในขณะบัดกรี ตัวประสานสำหรับการบัดกรีนี้ โดยมากจะมีส่วนผสมของตะกั่ว และดีบุกเป็นหลักใหญ่

โดยปกติตะกั่วจะมีความแข็งแรงน้อย ดังนั้นรอยบัดกรีจึงนิยมใช้อุครอยรูปร่างต่าง ๆ หรือบัดกรีตามแนวตะเข็บก็จะเป็นการเพิ่มความแข็งแรงของรอยต่อตะเข็บได้มาก

5. ตัวยึดโลหะ (Fastener)

เป็นการยึดแผ่นโลหะแบบกึ่งถาวร ที่สามารถจะถอดประกอบเข้าด้วยกันได้ ตามความจำเป็นอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในการยึดแผ่นโลหะดังกล่าว สำหรับงานโลหะแผ่นจะใช้ตัวยึด Fastener 2 แบบ คือ Sheet metal screw และ Thread metal screw

5.1 Sheet Metal Screw ซึ่งในบางครั้งจะเรียกว่า เกลียวปล้อย เป็นสกรูที่มีความแข็งแรงมาก สามารถจะตัดเกลียวบนแผ่นโลหะได้ด้วยเกลียวของตัวเอง โดยไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือตัดเกลียวใน (Tap) เข้าช่วยแต่อย่างใด

การใช้งานโดยทั่วไป จะใช้ยึดแผ่นวัสดุอ่อน เช่น เหล็กอ่อน เหล็กหล่อ แผ่นเหล็กอาบ

สังกะสี อลูมิเนียม พลาสติก เป็นต้น ที่ต้องการถอดประกอบเข้าออกอยู่บ่อย ๆ

รูปร่างหัวของ Sheet metal screw จะมีอยู่หลายชนิดด้วยกัน เช่น Round, Flat, Pan, หรือ Truss เป็นต้น สำหรับเกลียวที่อยู่บนลำตัว และส่วนปลายของเกลียวจะแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

ก. ชนิด A จะมีปลายของเกลียวแหลมคม (Sharp point) เหมาะสำหรับแผ่นโลหะบางที่มีความหนาไม่เกินเบอร์ 18

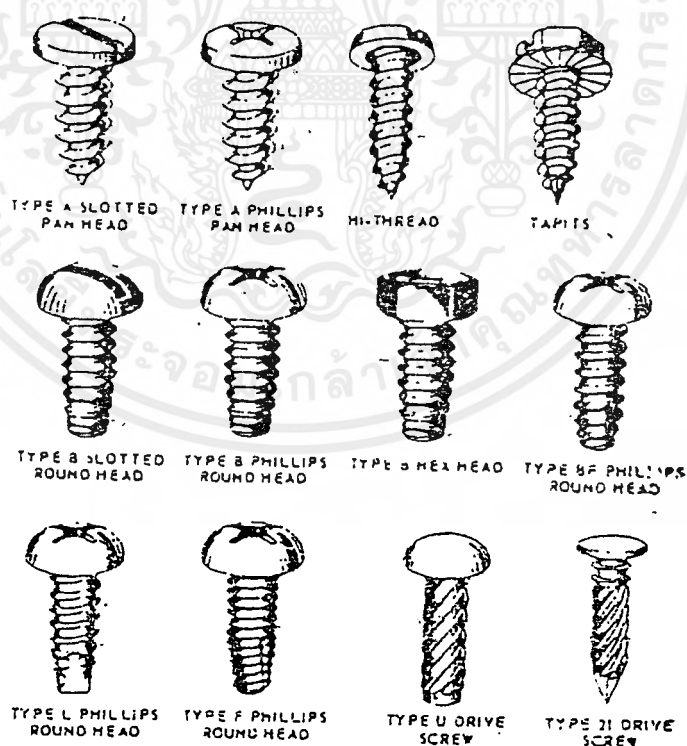
ข. ชนิด B ส่วนประกอบของเกลียวจะถูกตัดตรง (Blunt Flat Point) เหมาะสำหรับใช้

ค. ชนิดพิเศษ (Special type) เหมาะสำหรับโลหะที่มีความหนามากกว่าชนิด A การใช้งานของสกรูชนิดพิเศษนี้ จะใช้กับวัสดุอ่อน เช่น เหล็กหล่อ อลูมิเนียม พลาสติก เป็นต้น

ภาพที่ 106

แสดง Sheet metal screw (แฉกบน) ชนิด A

(แฉกกลาง) ชนิด B (แฉกล่าง) ชนิดพิเศษ



การใช้งานของ Sheet metal screw โดยทั่วไปจะต้องใช้ประกอบกับไขควงแบบปลายแบน (Flat) หรือปลายสี่แฉก (Phillip) ตามชนิดร่องบนหัวของสกรู แต่ในบางครั้งจะต้องใช้ค้อนหรือประแจเข้าช่วยด้วยเหมือนกัน

สำหรับความยาวของ Sheet metal screw จะมีขนาดความยาวตั้งแต่ $1/4$ - 2 นิ้ว ส่วนขนาดความโตของเส้นผ่าศูนย์กลางจะบอกเป็น Number จาก No. 2 - 14

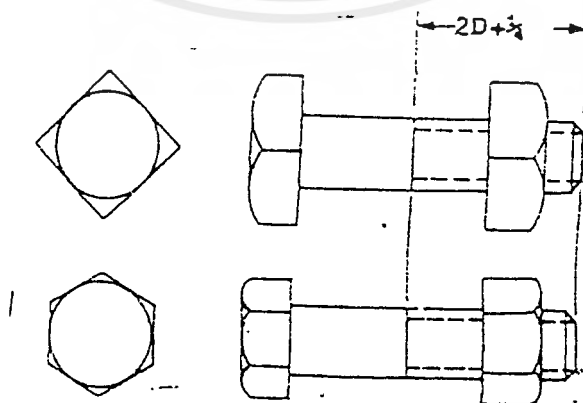
5.2 Thread Metal Screw ใช้ยึดส่วนประกอบต่าง ๆ ของงานโลหะให้ติดกัน ชิ้นส่วนต่าง ๆ จะยึดติดกันได้โดยชนิดของตัวยึดที่ต่างกันออกไป เช่น Bolts, Nut, Screw ถึงแม้จะมีตัวยึดอยู่หลายแบบ หลายขนาดและหลายชนิดก็ตาม ส่วนมากจะแบ่งลักษณะเป็นเกลียวต่างๆ ได้ดังนี้

1. Machine bolt จะมีขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ $1/4$ - 4 นิ้ว และมีความยาวตั้งแต่ $1/2$ - 30 นิ้ว ลักษณะหัวของ Machine bolts นี้ จะเป็นรูปสี่เหลี่ยมหรือหกเหลี่ยมก็ได้ เกลียวรอบตัว จะมีทั้งเกลียวหยาบและเกลียวละเอียด (National coarse and National fine) แต่ความยาวของเกลียวจะมีประมาณ $2D + 1/4$ นิ้ว ดังแสดงในรูปที่ 6.32 และหัว Nut ที่ใช้ ประกอบกับ Bolt นี้จะมีทั้งชนิดหัวสี่เหลี่ยมและหกเหลี่ยม เช่นเดียวกัน

2. Machine screw ทำมาจากเหล็กหรือทองเหลือง ส่วนหัวจะมีอยู่หลายแบบ เช่น กลม, เรียบ, Oval, Fillister, Binding, Truss หรือหกเหลี่ยม แต่ละชนิดของหัวจะมีร่องตรง แฉก หรือสี่เหลี่ยม เพื่อใช้ขันเกลียวได้สะดวก ชนิดของเกลียวจะมีทั้งหยาบและละเอียด ขนาดความโตของเส้นผ่าศูนย์กลางจะต่ำกว่า $1/4$ นิ้ว ขนาดความโตนี้จะบอกเป็น Gage จาก 6 - 12 โดยใช้ American Screw Wire Gage วัด เช่น 6 - 32 จะบอกเป็น Diameter gage No. 6 และมี 32 เกลียว/นิ้ว สำหรับความยาวจะมีตั้งแต่ $1/8$ - 3 นิ้ว

ภาพที่ 107

แสดง Machine bolt และ screw



สำหรับการทำงานโดยมากจะทำการ Tap เกลียวด้านหนึ่งบนแผ่นโลหะแทน Nut แต่ถ้าใช้กับ Nut จะต้องใช้ประกอบกับ Machine nut หกเหลี่ยม หรือสี่เหลี่ยมก็ได้ นอกจากนี้ Machine screw ยังมีหัวแบบต่าง ๆ อีกเป็นจำนวนมาก

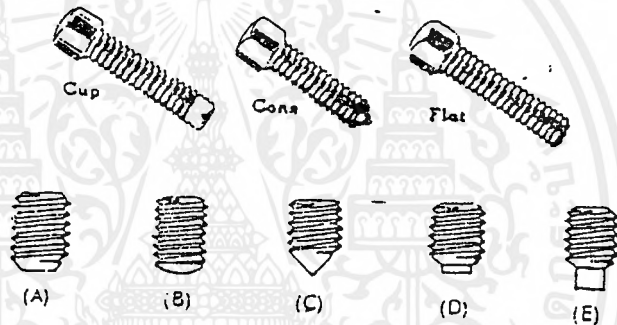
3. Cap screw จะมีรูปร่างคล้ายกับ Machine screw มาก แต่เกลียวจะมีความละเอียดสูงกว่า ความโตเส้นผ่าศูนย์กลางจะมีตั้งแต่ $1/4$ - $1\frac{1}{2}$ นิ้ว และมีความยาวตั้งแต่ $1/2$ - 6 นิ้ว ความยาวของเกลียวสกรูประมาณ $2D + 1/4$ นิ้ว คล้ายกับ Machine bolts

ภาพที่ 108

แสดง Set screw แฉวบน ชนิดมีหัวสี่เหลี่ยม

แฉวต่าง (A) Flat, (B) Oval, (C) Cone,

(D) Half dog, (E) Full dog,



ลักษณะหัวของ Cap screw จะทำเป็นรูปหัวเหลี่ยม กลม ร่อง เป็นต้น

4. Set screw จะมีรูปร่างลักษณะทั้งที่มีหัวและไม่มีหัว หัวของ Set screw ถ้าเป็นชนิดที่มีหัวก็จะเป็นหัวแบบสี่เหลี่ยม แต่ถ้าเป็นแบบที่ไม่มีหัว ด้านที่เป็นหัวจะมีร่องหกเหลี่ยมหรือร่องตรงไว้สำหรับใช้ประแจแอล หรือไขควงขัน ส่วนปลายจะเป็นรูปร่างลักษณะต่างกัน เช่น ปลายแหลม ปลายมน เป็นต้น ดังแสดงในรูป

การใช้งาน จะใช้สำหรับขันยึดชิ้นงาน 2 ชิ้นให้ติดกัน โดยชิ้นงานชิ้นหนึ่งเป็นรูปร่อง เช่น การขันยึดระหว่างเพลา (Shaft) กับ Pulley เป็นต้น

5. Stud ลักษณะความยาวของ Stud จะสั้นมีเกลียวทั้งที่หัวและที่ปลาย (ส่วนตรงกลางจะไม่มีเกลียว) ตามปกติจะใช้ยึดกับแผ่นงานแผ่นหนึ่งซึ่ง Tap ไว้แล้ว และอีกด้านหนึ่งจะใช้ช่วยขันยึด

6. Thumb screw เป็นสกรูที่ใช้งานบ่อยอีกชนิดหนึ่งการใช้งานจะเหมือนกับ Set screw เหมาะสำหรับงานที่ต้องการขันเข้าและคลายออกบ่อย ๆ ปลายของเกลียวจะคล้ายกับ Set screw

ส่วนหัวจะแบน ดังแสดงในรูป

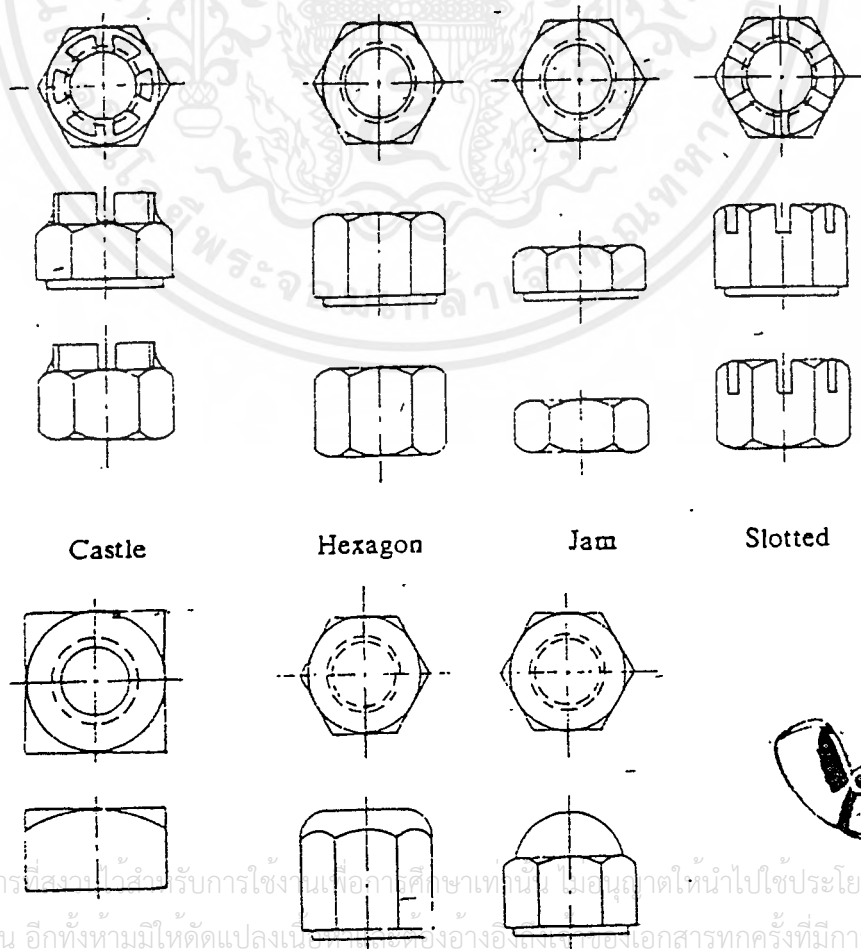
ภาพที่ 109

แสดง Thumb screw

7. Nut มี Nut หลายชนิดที่ใช้กับ Machine screw, Bolt และ Stud ลักษณะโดยทั่วไปของ Nut จะมีหัวสี่เหลี่ยม นอกจากนี้ก็ยังมี Nut อีกหลายชนิดดังแสดงในรูป ซึ่งเหมาะสมกับงานในลักษณะต่าง ๆ กัน เช่น Nut หัวหกเหลี่ยม สี่เหลี่ยม จะใช้กับงานทั่วไป Wing nut จะใช้สำหรับงานที่ต้องการขันให้แน่น หรือคลายออกอยู่เสมอ Jam nut จะใช้เหมือนกับ Nut แบบธรรมดา ดังแสดงในรูป

ภาพที่ 110

แสดง Nut ชนิดต่าง ๆ



6. การใช้กาวหรือยาง Adhesive Epoxy Resins

กาวหรือยาง Epoxy นี้ เกิดจากการคิดค้นเทคโนโลยีสมัยใหม่ ของการประดิษฐ์และผสมสารพลาสติกในปี ค.ศ. 1940 และหลังจากนั้นได้มีการนำเอาสารพลาสติกที่ผลิตได้นี้ มาใช้กันอย่างแพร่หลายในงานอุตสาหกรรมและงานทั่ว ๆ ไป โดยใช้ยึดวัสดุให้ติดกัน เช่น ไม้ โลหะ ยาง แก้ว พลาสติก และอื่น ๆ นอกจากนั้น ก็ยังใช้ยึดเครื่องมือต่าง ๆ งานหล่ออัดตามแบบ อัดเป็นแผ่น ตลอดจนการเคลือบผิววัสดุด้วย

ตารางที่ 25

แสดงขนาดมาตรฐานของ BOLT หัวสี่เหลี่ยม หัวหกเหลี่ยม และสกรูหัวมวก หกเหลี่ยม

Nominal Size D Body Diameter of Bolt	Regular Bolts					Heavy Bolts		
	Width Across Flats W		Height H			Width Across Flats W	Height H	
			Sq. (Unfin.)	Hex. (Unfin.)	Hex. Cap Scr. ^c (Fin.)		Hex. (Unfin.)	Hex. Screw (Fin.)
	Sq.	Hex.						
$\frac{1}{8}$ 0.2500	$\frac{3}{16}$	$\frac{7}{16}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{8}$	$\frac{5}{16}$	....	....	....
$\frac{1}{4}$ 0.3125	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{8}$	$\frac{7}{8}$	$1\frac{3}{8}$	....	....	....
$\frac{3}{8}$ 0.3750	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$1\frac{5}{8}$	....	....	....
$\frac{1}{2}$ 0.4375	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	....	....	....
$\frac{1}{2}$ 0.5000	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$2\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{7}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}$
$\frac{3}{4}$ 0.5625	....	$1\frac{1}{8}$	....	....	$2\frac{3}{8}$	....	....	....
$\frac{3}{4}$ 0.6250	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{8}$	$2\frac{1}{8}$	$2\frac{1}{8}$	$2\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{8}$	$2\frac{1}{8}$	$2\frac{3}{8}$
$\frac{1}{2}$ 0.7500	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$
$\frac{1}{2}$ 0.8750	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{8}$	$2\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{8}$	$2\frac{3}{8}$
1 1.000	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{8}$
$1\frac{1}{4}$ 1.1250	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{8}$
$1\frac{1}{4}$ 1.2500	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{8}$	2	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{8}$
$1\frac{1}{4}$ 1.3750	$2\frac{1}{8}$	$2\frac{1}{8}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{8}$	$2\frac{1}{8}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{8}$
$1\frac{1}{2}$ 1.5000	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{4}$	1	1	$1\frac{1}{8}$	$2\frac{1}{4}$	1	$1\frac{1}{8}$
$1\frac{1}{2}$ 1.7500	....	$2\frac{1}{4}$	....	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$
2 2.0000	....	3	....	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$
$2\frac{1}{4}$ 2.2500	....	$3\frac{1}{8}$	....	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{8}$	$3\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{8}$
$2\frac{1}{4}$ 2.5000	....	$3\frac{1}{8}$	....	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$
$2\frac{1}{4}$ 2.7500	....	$4\frac{1}{8}$	....	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{8}$	$4\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{8}$
3 3.0000	....	$4\frac{1}{2}$	....	2	$1\frac{1}{4}$	$4\frac{1}{2}$	2	$1\frac{1}{4}$
$3\frac{1}{4}$ 3.2500	....	$4\frac{1}{2}$	....	$2\frac{1}{8}$	....	....	....	....
$3\frac{1}{4}$ 3.5000	....	5	....	$2\frac{1}{8}$	....	....	....	....
$3\frac{1}{4}$ 3.7500	....	5	....	$2\frac{1}{2}$	....	....	....	....
4 4.0000	....	6	....	$2\frac{1}{4}$	....	....	....	....

^aANSI B18.2.1.

^bANSI B18.2.2.

^cHexagon cap screws and finished hexagon bolts are combined as a single product.

ตารางที่ 26

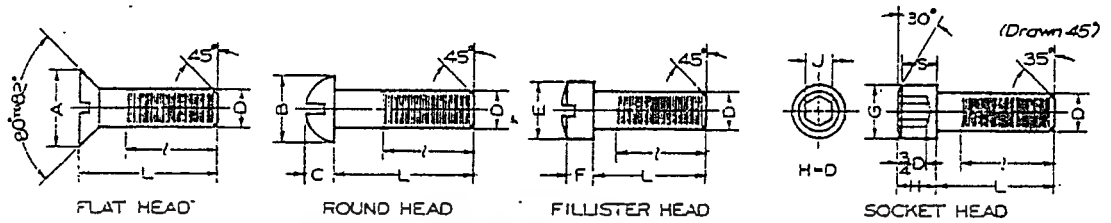
แสดงขนาดมาตรฐานของ NUT หัวสี่เหลี่ยม หัวหกเหลี่ยม และสกรูหัวมวก

Nominal Size D Body Diameter of Bolt	Regular Nuts					Heavy Nuts			
	Width Across Flats W		Thickness T			Width Across Flats W	Thickness T		
			Sq. (Unfin.)	Hex. Flat (Unfin.)	Hex. (Fin.)		Sq. (Unfin.)	Hex. Flat (Unfin.)	Hex. (Fin.)
	Sq.	Hex.							
1/8 0.2500	3/16	3/16	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1 5/16	1 5/16
1/4 0.3125	3/8	1/2	1 1/4	1 1/4	1 1/4	3/8	3/8	1 5/8	1 5/8
3/8 0.3750	1/2	5/8	2 1/4	2 1/4	2 1/4	1 1/8	1/2	2 3/4	2 3/4
1/2 0.4375	3/4	1 1/8	3/4	3/4	3/4	3/4	3/8	2 7/8	2 7/8
5/8 0.5000	1 1/8	3/4	7/8	7/8	7/8	7/8	1/2	3 1/4	3 1/4
3/4 0.5625	....	7/8	....	3 1/4	3 1/4	1 5/8	....	3 5/8	3 5/8
7/8 0.6250	1	1 1/8	3 3/4	3 3/4	3 3/4	1 1/8	3/4	3 7/8	3 7/8
1 0.7500	1 1/4	1 1/4	4 1/2	4 1/4	4 1/4	1 1/4	3/4	4 1/4	4 1/4
1 1/8 0.8750	1 1/8	1 1/8	4 3/4	3/4	3/4	1 1/8	3/4	4 3/4	4 3/4
1 1.0000	1 1/4	1 1/4	3/4	5 3/4	5 3/4	1 1/4	1	5 3/4	5 3/4
1 1/8 1.1250	1 1/8	1 1/8	1	1	3 1/2	1 1/8	1 1/8	1 1/4	1 1/4
1 1/4 1.2500	1 1/4	1 1/4	1 1/2	1 1/2	1 1/4	2	1 1/4	1 1/2	1 1/2
1 1/2 1.3750	2 1/4	2 1/4	1 3/4	1 3/4	1 1/4	2 3/4	1 1/4	1 1/2	1 1/2
1 3/4 1.5000	2 1/4	2 1/4	1 3/4	1 3/4	1 1/2	2 3/4	1 1/2	1 1/2	1 1/2
1 5/8 1.6250	....	....	....	....	....	2 3/4	....	....	1 1/2
1 7/8 1.7500	....	....	....	....	....	2 3/4	....	1 3/4	1 3/4
1 5/4 1.8750	....	....	....	....	....	2 1/8	....	....	1 3/4
2 2.0000	....	....	....	....	....	3 1/4	....	2	1 3/4
2 1/4 2.2500	....	....	....	....	....	3 1/4	....	2 1/4	2 1/4
2 1/2 2.5000	....	....	....	....	....	3 1/4	....	2 1/2	2 1/2
2 3/4 2.7500	....	....	....	....	....	4 1/4	....	2 3/4	2 3/4
3 3.0000	....	....	....	....	....	4 1/4	....	3	2 3/4
3 1/4 3.2500	....	....	....	....	....	5	....	3 1/4	3 1/4
3 1/2 3.5000	....	....	....	....	....	5 1/4	....	3 1/2	3 1/2
3 3/4 3.7500	....	....	....	....	....	5 1/4	....	3 3/4	3 1/4
4 4.0000	....	....	....	....	....	6 1/4	....	4	3 1/4

^aProduct feature not unified for heavy square nut.

ตารางที่ 27

แสดงขนาดส่วนต่าง ๆ ของ CAP SCREW, SLOTTED และ SOCKET ตามระบบอเมริกัน



For methods or drawing cap screws, screw lengths, and thread data,

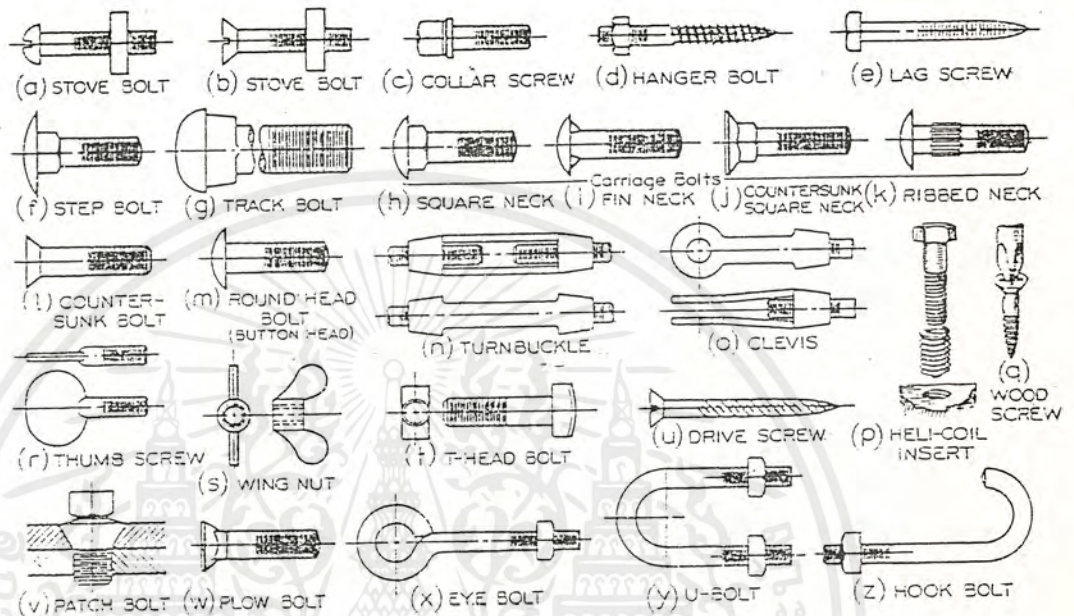
Nominal Size D	Flat Head ^a	Round Head ^a		Fillister Head ^a		Socket Head ^b		
	A	B	C	E	F	G	J	S
0 (.060)	....	....	....	....	....	.096	.05	.054
1 (.073)	....	....	....	....	....	.118	$\frac{1}{16}$	.066
2 (.086)	....	....	....	....	....	.140	$\frac{1}{8}$	.077
3 (.099)	....	....	....	....	....	.161	$\frac{1}{8}$	.089
4 (.112)	....	....	....	....	....	.183	$\frac{3}{16}$	.101
5 (.125)	....	....	....	....	....	.205	$\frac{3}{16}$	.112
6 (.138)	....	....	....	....	....	.226	$\frac{1}{4}$	.124
8 (.164)	....	....	....	....	....	.270	$\frac{1}{4}$	.148
10 (.190)	....	....	....	....	....	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	.171
$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}$	.191	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}$	.225
$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{8}$	.245	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	.281
$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{8}$	.273	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}$	.337
$\frac{5}{8}$	$1\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	.394
$1\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{8}$	.355	$\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{8}$	.450
$1\frac{3}{4}$	1	$1\frac{1}{8}$	.409	$1\frac{1}{8}$	$\frac{3}{4}$	....	....	....
$2\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	.562
$2\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{4}$	1	$\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	.675
3	$1\frac{3}{4}$	....	....	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	.787
$3\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{4}$	....	....	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	.900
$4\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{4}$	....	....	....	....	$1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1.012
$5\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{4}$	....	....	....	....	$1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1.125
$6\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{4}$	....	....	....	....	$2\frac{1}{2}$	1	1.237
$7\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{4}$	....	....	....	....	$2\frac{1}{2}$	1	1.350

^aANSI B18.6.2.

^bANSI B18.3-1969. For hexagon-head screws.

ภาพที่ 111

แสดงรูปร่างและชื่อของ BOLTS และ SCREW แบบพิเศษ



สีสรรที่ใช้ในการออกแบบ

1. จิตวิทยาสี

โดยทั่วไปแล้วการออกแบบผลิตภัณฑ์ได้ ๆ ก็ตามจะมองข้ามในเรื่องนี้ไม่ได้ เป็นอันขาด เพราะเป็นสิ่งจำเป็นมากต่อผลการออกแบบ ความรู้สึกของผู้พบเห็นความสวยงาม นอกจากนี้ยังสามารถเตือนผู้ใช้ให้ระวังในส่วนที่จะเป็นอันตรายได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MUNSEL สามารถแบ่งสีเป็น 2 ประเภท คือ สีร้อนและสีเย็น

1.1 สีร้อน คือสีที่ดูความรู้สึก (ADVANCING COLOUR) มีความรู้สึกสะดุดตา เมื่อมองไกลเป็นสีที่ให้ความรู้สึกสะดุดตา เมื่อมองใกล้เป็นสีที่ให้ความกระชุ่มกระชวย

1.2 สีเย็น คือ สีไม่ดึงดูดความรู้สึก ไม่สะดุดตา ให้ความรู้สึกสบายตามองได้นาน ๆ โดยไม่ระคายเคือง

การเลือกสีกับผลิตภัณฑ์ นอกจากต้องการความสวยงาม สียังมีอิทธิพลในการทำให้เกิดความรู้สึกทางด้านอื่น ซึ่งเป็นผลต่อการใช้ผลิตภัณฑ์อย่างมาก

2. อิทธิพลของสีที่มีต่อความรู้สึก

ต่อไปนี้เป็นลักษณะของสีเกี่ยวกับความรู้สึก โดยแบ่งสีออกเป็นสกุลใหญ่ ๆ คือ

2.1 สีแดง จัดอยู่ในพวกสีร้อน ไม่เพียงแต่ให้ความรู้สึกตื่นเต้น เร้าใจในทางโบราณ ถือว่าเป็นสีที่เกี่ยวข้องกับอันตราย เป็นสีต้องห้าม การระมัดระวังการใช้พวกสกุลสีแดงสำหรับผลิตภัณฑ์เพียงเล็กน้อย อาจทำให้ผลิตภัณฑ์เด่นขึ้นมาได้ แต่ถ้าใช้มากเกินไปอีกใช้สีสดก็จะมีผลทางจิตวิทยาได้เช่นกัน

2.2 สีส้ม เป็นสีสดในมองเห็นได้ไกล แสดงความรู้สึกเตือนภัยอยู่ตลอดเวลา เมื่อใช้กับผลิตภัณฑ์ทำให้เกิดความรู้สึกสะอาด ดูเบาขึ้น

2.3 สีเหลือง เป็นสีที่อยู่ได้ทั้ง 2 วรรณะ คือสามารถเป็นได้ทั้งสีร้อน และสีเย็น แต่ขึ้นอยู่กับความเข้ม และความแรงของสี สีเหลือง โดยทั่วไปทำให้เกิดความรู้สึกสดชื่นร่าเริง สดใส สีเหลืองอ่อน ทำให้เกิดความรู้สึกสะอาดมีความสว่าง แต่ถ้ามีความเข้มของสีมาก จะทำให้เกิดหงุดหงิดได้ สีเหลืองที่ค่อนข้างไปทางสีส้ม จะคล้ายของเล่นทางวิทยาศาสตร์ สมัยใหม่และคล้าย

2.4 สีเหลืองนวล (BUTTER YELLOW) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูสว่างขึ้น

2.5 สีเหลืองขาว ช่วยในด้านความเย็น แต่อย่างไรก็ตาม สีเหลืองทำให้ดูสำหรับว่าสกปรกง่าย แต่ถ้าเบรคสีสักเล็กน้อยก็จะทำให้ช่วยได้บ้าง แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ด้วย

2.6 สีม่วง เป็นสีที่อยู่ได้ทั้ง 2 วรรณะ เช่นกัน โดยทั่วไปให้ความรู้สึกเศร้า ทำให้หวังบางครั้งอาจแสดงว่าเป็นสีแห่งความเศร้า ลึกลับ แต่สีม่วงก็ยังมีลักษณะของความงาม ทำให้ดูมีค่าได้ด้วย เช่นสีม่วงอ่อน

2.7 สีน้ำเงิน จัดอยู่ในพวกสีเย็น สีน้ำเงินเข้มทำให้ความรู้สึกสดสงบลึกซึ้ง ทำให้เกิดสมาธิเป็นสีที่บอกถึงคุณภาพ ความหนักแน่น สีน้ำเงินอ่อน เช่นสีน้ำทะเล หรือฟ้า จะมีความ

สดใสน้ำเงินเข้มเล็กน้อยสามารถให้ความรู้สึกตื่นเต้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 สีเขียว ให้ความรู้สึกสดชื่นกระชุ่มกระชวย ใช้พักสายตาได้ สีเขียวใบไม้หรือเขียวเข้ม ใช้ได้ในการเน้นส่วนพื้นหรือฐาน แสดงกับความสงบเยือกเย็นได้

2.9 สีน้ำตาล จ้อยู่ในพวกสีอุ่น เป็นสีที่ให้ความรู้สึกแห้งแล้งไม่ให้ความรู้สึกผ่อนคลาย ถ้าใช้ โดยจะทำให้เกิดความรู้สึกสลดหดหู่ใจ

2.10 สีเทา ให้ความรู้สึกภูมิฐาน เคร่งขรึม สุภาพ เรียบร้อย สามารถลดความรู้สึกของสีขาว และความฉูดฉาดของสีดำ สามารถใช้เป็นสื่อกลาง ได้กับทุกสี เพราะสามารถทำให้เกิดความกลม กลืนระหว่างสีอื่นดูสบายตา

2.11 สีดำ โดยปกติสีดำเป็นสีที่ให้ความรู้สึกหดหู่ ลึกลับ แต่ให้ความรู้สึกหนักแน่นมั่นคง การใช้สีดำสลับสีขาว ในพื้นที่ร่วมกับสีอื่น จะทำให้เกิดความกระปรี้กระเปร่ามีชีวิตชีวา ถ้าใช้สีดำ ผลลัพธ์จะแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง และไม่สกปรกง่าย

2.12 สีขาว ให้ความรู้สึกสะอาดบริสุทธิ์ ถ้าใช้โดดเด่นจะให้ความรู้สึกเย็น สามารถใช้เป็นสี ของฐาน หรือส่วนที่อยู่ต่ำกว่า เพื่อเน้นให้เด่นชัดขึ้น

สีที่กล่าว ๆ แล้วนี้เป็นสีทางด้านความงามที่เราตกแต่งลงบนผิววัสดุ แต่ยังมีสีที่ควรรู้นั้น คือสีของวัสดุต่าง ๆ ที่ให้ความรู้สึกของมันออกมา เช่น สีของอลูมิเนียม จะออกเป็นสีเทาเงิน ซึ่ง แสดงให้เห็นถึงคุณลักษณะของตัวมันเอง อันได้แก่ความอ่อนนุ่ม ความเรียบเบา และไม่เป็น อันตราย ฯลฯ

สำหรับผลิตภัณฑ์ที่เป็นอันตรายหรือ น่าอันตราย เพื่อให้ระวังสำหรับการขนส่งฝ่าย บริการด้านการพาณิชย์ กำหนดให้สัญลักษณ์แบบป้ายแสดงไว้ด้วย

ตัวหนังสือ	สีแดงบนพื้นขาว	คือ	ยาพิษ วัตถุระเบิด วัตถุเป็นพิษ แก๊สน้ำตา
ตัวหนังสือ	สีดำบนพื้นเขียว	คือ	แก๊สมีความดัน
ตัวหนังสือ	สีดำบนพื้นสีแดง	คือ	สารไวไฟ หรืออุปกรณ์เกี่ยวกับไฟ
ตัวหนังสือ	สีดำบนพื้นเหลือง	คือ	วัตถุไวไฟ หรือวัตถุที่ทำปฏิกิริยากับไฟ
ตัวหนังสือ	สีดำบนพื้นขาว	คือ	สารเป็นกรด

3. สีที่ใช้กับโรงงาน (PREFERENCE BY INDUSIRIE)

โดยปกติโรงงานที่มีสีที่ใช้เฉพาะสะดวกแก่การสั่งซื้อผลผลิตภัณฑ์บางอย่าง จะใช้สีเหมือนกัน เช่น

เฟอร์นิเจอร์สำนักงาน

สีเทาแกมเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือเครื่องจักร	สีทาเกมน้ำเงิน
เครื่องมือตัดขังเนื้อ	สีขาว
เครื่องมือพื้ดัด	สีดำหรือเทา
เครื่องอัดสำเนา	สีดำหรือเทา
เครื่องโรเนียว	สีดำหรือเทา

เมื่อใช้สีที่ดูสะอาดตาแล้ว ผู้ใช้ของนั้นก็พยายามทำให้สะอาดตามไปด้วย การเลือกใช้สี บางครั้งต้องพิจารณาถึงภาวะทางเศรษฐกิจด้วย ตัวอย่างเช่น สมัยเมื่อเศรษฐกิจตกต่ำ รถยนต์ส่วนมากจะใช้สีดำและสีเทา ครั้นเศรษฐกิจค่อยฟื้นตัวขึ้นจึงใช้สีสดฉูดฉาดกันใหม่

ลักษณะของสีกับการใช้งาน

สีจะช่วยให้ทัศนวิสัยแจ่มใสที่สุด เมื่อนำมาใช้ในงานดังนี้ :-

- สีอ่อนตัดกับสีแก่ (ค่าแปรเปลี่ยนของสี)
- สีสดใสดำกับสีสดใส
- สีอ่อนตัดกับสีสดใส
- สีอ่อนตัดกับสีเย็น

สีตัดกันเองอยู่แล้วตามปกติ เช่น

- สีดำบนพื้นเหลือง
- สีเหลืองบนพื้นดำ
- สีแดงบนพื้นขาว
- สีเหลืองบนพื้นน้ำเงิน
- สีส้มบนพื้นน้ำตาล
- สีชมพูบนพื้นดำ

สีสามารถทำให้เห็นว่า เข้ามาใกล้หรือห่างออกไปได้ ตามปกติสีอุ่น ซึ่งได้แก่ สีเหลือง สีเหลืองนั้นดูแล้วคล้ายกับว่าเขามาอยู่ใกล้กับตัวผู้ดู ในเมื่อสีเย็น คือ สีน้ำเงิน น้ำเงินเทา และม่วง ดูแล้วถอยห่างจากผู้ดูออกไป

สีที่เมื่อเราใช้ในเนื้อที่มาก ๆ แล้วไม่น่าดูนั้น ถ้าใช้แต่เพียงเล็กน้อยอาจจะทำให้น่าสนใจขึ้น และอาจเสริมความน่าดูให้แก่สีอื่นได้

การใช้สีเข้มจัดกับสีอ่อนจัดทำให้เห็นเด่น และมีชีวิตชีวาว่าใช้สีที่มีค่าของความเข้ม หรือ งามให้ใกล้เคียงกันมาก

สีที่มีความสดใสพอ ๆ กัน เมื่อใช้ด้วยกันจะช่วยดึงดูดความสนใจได้เร็ว มักใช้ในการออกแบบป้ายหรือภาพโฆษณา

หลักในเรื่องความเด่นของสีมีอยู่ว่า ควรจะต้องมีสีชนิดหนึ่งปรากฏเด่นออกมามากกว่า เพื่อจะเป็นสีอ่อนหรือสีเย็นก็แล้วแต่การใช้สีที่ไม่นำดูอย่างหนึ่งก็คือ แต่ละสีที่ใช้ปริมาณเท่ากันไปหมด ถ้าให้ปริมาณหรือเนื้อที่ของสีเปลี่ยนไป สีที่กินที่มากย่อมเด่นกว่า นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับค่าเปลี่ยนแปลงความสดใสของสีอีกด้วย

4. เทคนิคการใช้สี (Color Technloue)

- 4.1 สีกับรูปร่าง (COLOR IN RELATION TO FORM)
- 4.2 LUDYEZB; (COLOR AND TEXTURE)
- 4.3 สีกับวัสดุ (COLOR AND MATERIAL)
- 4.4 เครื่องมือในการทดสอบสี (COLOR AND MECHABICAL)
- 4.5 การกำหนดสี (COLOR SPECIFICATION)

5. สีกับรูปร่าง (COLOR AND RELATION FORM)

สีกับรูปร่างมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิด สีชนิดเดียวกันใช้กับของที่มีรูปร่างต่าง ๆ กัน จะแตกต่างกัน แท่งกลมหรือทรงกลมจะมีสีเข้ม เพราะสามารถสะท้อนแสงได้ดี ทำให้จุดที่สะท้อนกับจุดที่อยู่ข้างหลังตัดกันอย่างแรง จึงทำให้สีที่อยู่ตอนหลังเข้มกว่า

สีและผิว (COLOR AND TEXTURE)

ผลิตภัณฑ์ที่มีผิวขรุขระหรือผลิตภัณฑ์ที่มีจุดหรือรูปพื้นผิว หากไม่ต้องการให้เทินง่ายให้ใช้สีด้านหรือสีอ่อน พวกเครื่องจักรหรือส่วนที่มีการต้องการให้เคลื่อนไหว ไม่ควรให้สีมันเพราะจะทำให้ระคายคายตาทำงานไม่สะดวก

การพยายามใช้วัสดุบางอย่างลอกเลียนให้เหมือนของบางอย่าง เช่น พลาสติก ทำให้ได้เป็นลายไม้ ควรหลีกเลี่ยงจะใช้วัสดุตามความเป็นจริง

สีกับวัสดุ (COLOR AND MATERIAL)

วัสดุที่เกี่ยวข้องกับสีมี 5 ประเภทคือ

1. สีต่าง ๆ แลคเกอร์และเคลือบ (Plants lacquers and enameals) มีหลายสี
2. โลหะ (material colors) พวกชุบโครเมียม นิกเกิล อลูมิเนียม มีแตกต่างกัน
3. พลาสติก (plastics) มีสีต่าง ๆ มากมาย

4. เครื่องเคลือบดินเผา (vitreous enamel) หรือเรียก porcelamerxmle มีหลายสีควบคุมให้เหมือนจริงได้ไม่ยากนัก ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ

5. แก้ว (gldss) ทำได้หลายสี

6. การกำหนดสี (COLOR SPECIFLICATION)

การออกแบบต้องกำหนดสีและในโรงงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว สิ่งที่เราไม่ได้คือ การกำหนดชนิดสีที่ต้องการบนแผ่นสีเหลี่ยมเล็กเป็นสีตัวอย่าง บางครั้งนักออกแบบต้องควบคุมการใช้สีในการผลิตครั้งแรก เพื่อให้เป็นไปตามความต้องการ

6.1 ความสัมพันธ์ของสีต่อผลิตภัณฑ์

ความสัมพันธ์ของสีต่อผลิตภัณฑ์

6.1.1 ขนาด (SIZE)

6.1.1.1 สีอ่อน (light value) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูใหญ่ขึ้น

6.1.1.2 สีเข้ม (dark color) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเล็กลง

6.1.2 น้ำหนัก (WEIGHT)

6.1.2.1 สีอ่อนและสีร้อน (warm color) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเบา

6.1.2.2 สีเข้มและสีเย็น (cool color) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูหนัก

6.1.3 ความแข็งแรง (STRENGTH)

6.1.3.1 สีร้อน ทำให้ความรู้สึกแข็งแรงมาก

6.1.3.2 สีเย็น ทำให้ความรู้สึกแข็งแรงน้อย

6.1.4 อุณหภูมิ (TEMPERATURE)

6.1.4.1 สีร้อน ทำให้รู้สึกอบอุ่น ไม่สบายใจ

6.1.4.2 สีเย็น ทำให้รู้สึกสดชื่น สงบเยือกเย็น สบายใจ

6.1.5 ความสะอาด (CLEANLINESS)

6.1.5.1 สีขาว เป็นสีที่ให้ความรู้สึกสะอาดที่สุด

6.1.5.2 สีอ่อน เช่น สีงาช้าง (viory) สีเหลืองอ่อน (pale warm yellow)

สีฟ้าอ่อน (pale blue) สีเขียวอ่อน (pallale green) ให้ความนุ่มนวล

สะอาดตา ถูกหลักอนามัย

6.1.6 ความภูมิฐาน (DICNITY)

สีเทาเป็นสีที่ให้ความรู้สึกภูมิฐานที่สุด (อาจมีสีร้อนเน้นนิดหน่อย) ตามปกติสีที่

ใช้ในสำนักงานจะใช้สีเทาแกมเขียว (grayed olwi green) และสีเทาแกมสีน้ำเงิน (mciclized)

6.2 คุณลักษณะของสี

สีมีคุณลักษณะต่าง ๆ ที่สำคัญดังนี้คือ

- SUE - คือตัวสีของแต่ละสี (เป็นเนื้อแท้ของสี) เช่น สีแดง สีเขียว
- VALUE - คือความเข้มของสี ถ้าความเข้มน้อยก็เป็นที่อ่อน ถ้าความเข้มมากก็เป็นที่แก่ เช่น สีแดงเข้ม สีเขียวอ่อน
- CHROMA - คือความแรงของสี เช่น สีแดง

7. ข้อเสนอแนะในการใช้สี

7.1 การใช้สีคล้ายไปกับสิ่งแวดล้อม ผู้ใช้สีจะต้องคิดว่าสีที่ใช้นั้น กลมกลืน หรือแตกต่าง กับสิ่งแวดล้อม เช่น ภูมิประเทศ ดินฟ้าอากาศ อาคารบ้านเรือนข้างเคียง เป็นต้น ถ้าใช้สีเหมือนธรรมชาติมากเกินไปทำให้มองไม่เห็นเด่นออกมา และถ้าหากใช้สีแตกต่างกับสีของธรรมชาติมากเกินไป ก็ทำให้เกิดความไม่น่าดูไปได้ ตัวอย่างเช่น อาคารที่อยู่ในชนบทควรใช้สีคล้ายเช่นเดียวกับท้องฟ้า ท้องนา แต่อาจเน้นให้สีสดขึ้นขึ้นได้ เช่น ใช้สีส้มหม่น ๆ เป็นต้น

7.2 การใช้สีให้คล้ายไปตามโครงสร้าง คือ ออกเป็นส่วนหนึ่งรับน้ำหนัก เช่น เสาธง คาน เป็นต้น ส่วนที่ได้รับน้ำหนัก เช่น ฝา เพดาน ประตู หน้าต่าง สีที่ใช้จะช่วยพยุงความรู้สึกใน น้ำหนักของสีได้ และยังช่วยถ่วงน้ำหนักของสีได้ และยังช่วยถ่วงน้ำหนักของอาคารให้อยู่ใน คลุภาพที่ดีด้วย การใช้สีไล่น้ำหนักของอาคารจากอ่อนไปหาแก่ ทำให้เกิดการลงตาเป็นนูนขึ้น หรือเว้าลง ถ้าใช้สีส่วนบนหนัก ส่วนล่างเบาจะทำให้รู้สึกอาคารเบาลอยอยู่เป็นต้น

7.3 การใช้สีให้คล้ายตามวัสดุก่อสร้าง เช่น สีก่อสร้างทำด้วยอิฐควรให้ความรู้สึกเป็นอิฐ ถ้าเป็นวัสดุอื่น ไม้ กระดาษ โลหะต่าง ๆ ก็ไม่ควรที่จะปิดบังอำพรางความเป็นจริง หรือความเป็นตัวของมันเองเสียมากเกินไป เช่น ทาอิฐ ด้วยสีฟ้า ทำให้ความรู้สึกธรรมชาติของวัสดุ ขาดความรู้สึกอบอุ่นปลอดภัย สีที่มีอยู่ตามธรรมชาติจะเป็นสีซึ่งใช้ได้มาก ๆ โดยไม่มีผลเสีย เพราะสีของมันจะถูก เบรคอยู่ในตัว

7.4 ควรใช้สีตามประโยชน์ใช้สอย การที่ให้สีที่ดีจะเป็นการบอกลักษณะประโยชน์ใช้สอย ของมันเสร็จ เช่น สีที่ทาโรงเรียน บ้านพักอาศัย สถานที่ราชการ เป็นต้น หลักของการใช้สีที่เป็น บ้านพักอาศัยไม่ควรเป็นสีที่ฉูดฉาด ควรให้มีสีอ่อนหรือสีที่ถูกเบรคลงบ้าง เพราะสีที่ฉูดฉาดตรง กันข้ามกับสีของโรงมหรสพซึ่งเป็นที่ ๆ เราต้องการความเปลี่ยนแปลง เพื่อสนุกตื่นเต้นเพียงชั่ว คราว จึงสามารถใช้สีสด ๆ ฉูดฉาดตกแต่งไว้

เหล็ก

ตารางที่ 28

แสดงขนาดต่าง ๆ และน้ำหนักเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ขนาด (ม.ม.)	ความหนา (T) ม.ม.	น้ำหนัก (W) กก./ม.	พื้นที่ภาคตัดขวาง (A) ตร.ซม.
35x25	1.6	1.12	1.432
	1.6	1.78	2.264
50x50	1.6	2.38	3.032
	2.3	3.34	4.252
60x60	1.6	4.06	5.172
	2.3	4.06	5.172
75x75	2.3	5.14	6.552
	3.2	7.23	7.932
90x90	2.3	6.23	7.932
	3.2	8.51	10.847
100x100	2.3	6.95	8.852
	3.2	9.52	12.127
125x125	3.2	12.03	15.327
	1.0	14.87	18.948
150x150	5.0	22.26	28.356
	6.0	26.40	33.633
175x175	6.0	26.18	33.356
	6.0	31.11	39.633
200x200	6.0	35.82	45.633
	8.0	46.94	59.799
250x200	6.0	45.24	57.633
	8.0	59.50	75.793

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 29

แสดงชื่อขนาด, ขนาดต่าง ๆ และน้ำหนักของเหล็กกลวงกลม

ชื่อขนาด	เส้นผ่าศูนย์กลาง ภายนอก (D) มม.	ความหนา (T) กก./ม.	น้ำหนัก (W) กก./ม.	พื้นที่ภาคตัดขวาง (A) ตร.ซม.
15	21.3	2.0	0.95	1.21
20	26.9	2.3	1.40	1.78
25	33.7	2.6	1.99	2.54
32	42.5	2.6	2.55	3.25
40	48.3	2.9	3.25	4.14
50	60.3	2.9	4.11	5.23
65	76.1	3.2	6.75	7.33
80	88.9	3.2	6.76	8.62
100	144.3	3.6	9.83	12.52
		4.5	12.19	15.52
125	139.7	4.0	13.39	17.05
		5.0	17.30	21.19
150	165.1	4.5	17.82	22.70
		60.0	25.05	30.00
175	193.7	5.0	23.27	29.64
		6.0	27.77	35.38
200	219.1	5.0	26.40	33.63
		6.1	31.53	40.17
225	244.5	6.0	35.29	44.96
		8.0	46.66	39.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 30

แสดงขนาดต่าง ๆ และน้ำหนักของเหล็กกลวงสี่เหลี่ยม

ขนาด (D/D) มม.	ความหนา (T) มม.	น้ำหนัก (W) กก./ม.	พื้นที่ภาคตัดขวาง (A) ตร.ซม.
50x25	1.6	1.75	2.232
60x30	1.6	2.13	2.712
	2.3	2.96	3.792
75x45	2.3	4.06	5.172
	3.2	5.50	7.007
90x45	2.3	4.60	7.967
	3.2	6.25	6.552
100x50	2.3	5.14	6.552
	3.2	7.01	8.927
125x40	2.3	5.69	7.242
	3.2	7.76	9.887
125x75	3.2	9.25	2.127
	4.0	11.73	14.987
150x80	4.5	15.20	19.369
	6.0	19.81	25.233
150x100	4.5	16.20	21.169
	6.0	21.69	27.633
200x100	4.5	20.15	25.569
	6.0	26.40	33.633

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 31

แสดงขนาดเหล็กแผ่น และ น้ำหนัก

เบอร์	หนา มม.	น้ำหนัก	เบอร์	หนา มม.	น้ำหนัก กก.
1	1.3	30.34	18	7.5	175.00
2	1.35	31.51	19	8.0	187.00
3	1.4	32.68	20	9.0	210.00
4	2.5	35.00	21	12.0	280.00
5	1.6	37.34	22	15.0	350.00
6	1.80	42.00	23	16.00	373.44
7	2.00	46.68	24	18.0	420.00
8	2.2	51.35	25	19.0	443.46
9	2.3	53.68	26	22.0	513.48
10	1.6	30.68	27	25.0	583.50
11	2.8	65.35	28	32.0	747.00
12	2.3	67.25	29	37.0	777.00
13	3.0	70.00	30	44.0	1027.00
14	4.3	100.36	31	50.0	1167.00
15	4.5	105.00	32	63.0	1470.42
16	5.8	135.37	33	75.0	1749.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การรวบรวมและการศึกษาข้อมูล

วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการหาข้อมูลเพื่อทำการวิจัยแก้ปัญหาของเครื่องเดิมออกซิเจนในน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาน้ำจืด ซึ่งจะต้องศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้งาน พฤติกรรมการเลี้ยงปลาน้ำจืดประเภทบ่อปลาในประเทศไทย อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการใช้งานเครื่องและสิ่งที่เกี่ยวข้อง โดยใช้วิธีการศึกษาดำเนินงานวิจัยข้อมูลเป็นขั้นตอน คือ

1. วิธีการค้นคว้า
2. วิธีการสังเกตและประสบการณ์
3. วิธีการสัมภาษณ์

1. วิธีการค้นคว้า

เป็นการค้นคว้าทางด้านเอกสาร ตำรา วารสาร หรือวิทยานิพนธ์ที่เป็นประโยชน์และเกี่ยวข้องกับการวิจัย ซึ่งจะเป็นการค้นคว้าจากห้องสมุดของสถาบันต่าง ๆ ทั้งทางรัฐบาลและเอกชน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ และเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปในการใช้วิธีการค้นคว้าหาข้อมูลที่จะทำให้ผู้ค้นคว้าได้ข้อมูลที่มีความแปรผันได้มากมาย และสามารถเปรียบเทียบข้อมูลต่าง ๆ ได้เพื่อเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยโดยแท้จริง

2. วิธีการสังเกตและประสบการณ์

ผู้วิจัยจะต้องทำการสังเกตพฤติกรรมของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับโครงการโดยตรง สังเกตจากการใช้งาน การเลี้ยง การจัดวางตำแหน่งของเครื่อง ความจำเป็นในการใช้เครื่อง รูปแบบของเครื่องเดิมออกซิเจนที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน พร้อมทั้งสังเกตปัญหาที่เกิดขึ้นของผู้ใช้ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบ

3. วิธีการสัมภาษณ์

วิธีนี้เป็นวิธีที่สะดวกกว่าวิธีอื่น ๆ สามารถทำได้โดยสัมภาษณ์ด้วยตนเองกับผู้ที่มีประสบการณ์ และผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคนิคเครื่องเดิมออกซิเจน สามารถที่จะให้ข้อมูลได้อย่างถูกต้องได้มีการบันทึก เพื่อนำมาเป็นข้อมูลอ้างอิงในการวิจัยทำโครงการได้เหมาะสม

แหล่งที่มาของข้อมูล

จากการค้นคว้าศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องเดิมออกซิเจนในน้ำ และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องเพื่อวิจัยโครงการ และออกแบบปรับปรุง ได้จากข้อมูลจากสถาบันต่าง ๆ และบุคลากรทั้งภาครัฐบาลและเอกชน ที่กรุณาให้ความร่วมมือและคำแนะนำต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ ด้วยดีจากแหล่งต่าง ๆ ดังนี้ คือ

1. กรมประมง กองส่งเสริมการประมง
2. กรมชลประทาน อ.ปากเกร็ด กองโรงงาน
3. ฟาร์มแสงสว่างพันธุ์ปลา
4. มูลนิธิชัยพัฒนา
5. บริษัท โซลาร์ตรอน จำกัด
6. หอสมุดแห่งชาติ
7. ห้องสมุด คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
8. ห้องสมุด คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล.
9. ห้องสมุดกลาง สจล.

การศึกษาข้อมูล

การศึกษาพฤติกรรมการเลี้ยงปลาน้ำจืด

จากการศึกษาลักษณะของการเลี้ยงปลาชนิดต่าง ๆ จากฟาร์มเลี้ยงปลาโดยทั่วไป โดยผู้วิจัยได้เน้นการศึกษาจุดสำคัญที่นำมาสรุปคือ การเลี้ยงปลาเศรษฐกิจหรือปลาที่อยู่ในกลุ่มของให้ผลผลิตมาก พื้นที่การเลี้ยงในประเทศมากที่สุด และนิยมเลี้ยงมาก ได้แก่ ปลานิล ปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตะเพียนขาว ปลาสลิด ปลาตุก ปลาสวาย และปลาในมากกว่าชนิดอื่น ๆ การศึกษาลักษณะการเลี้ยงปลาแต่ละชนิดเหล่านี้มีลักษณะการเลี้ยงที่ไม่แตกต่างกันมากนัก จะเป็นไปตามขั้นตอนต่าง ๆ ที่อาจสรุปได้ดังนี้คือ

1. ผู้เลี้ยงจะศึกษาลักษณะของการแพร่ขยายพันธุ์ของปลาแต่ละชนิด รูปร่าง และลักษณะนิสัยของปลาโดยต้องแท้

2. การเตรียมบ่อปลาสามารถแยกบ่อออกเป็น 4 ลักษณะ คือ

2.1 บ่อผสมพันธุ์หรือบ่อพัก

2.2 บ่ออนุบาล

2.3 บ่อเลี้ยง

2.4 บ่อพักน้ำ

3. การเตรียมการผสมพันธุ์ปลา

3.1 การคัดเลือกพ่อแม่ปลา

3.2 การเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการผสมพันธุ์ในบ่อผสมพันธุ์

4. การอนุบาลลูกปลาในบ่ออนุบาล คือ การนำลูกปลาที่ฟักออกมาในระยะแรก

5. การเลี้ยงปลาใหญ่ในบ่อเลี้ยง ขณะที่ลูกปลาเจริญเติบโตได้พอสมควร ในขั้นการเลี้ยงปลาใหญ่นี้มีลักษณะพฤติกรรมการเลี้ยงและดูแลปลาต่าง ๆ คือ

5.1 การให้อาหาร

5.2 การรักษาคุณภาพของน้ำที่ใช้เลี้ยงปลา ได้แก่ การเติมสารเคมีต่าง ๆ ลงในน้ำ การให้ออกซิเจนในน้ำ จะรวมไปถึงการแก้ปัญหาหน้าเสียต่าง ๆ

5.3 การเตรียมบ่อน้ำสำรองเปลี่ยนถ่ายน้ำ

5.4 การตรวจปลาที่ป่วยและรักษา

5.5 การป้องกันโรคศัตรูของปลา

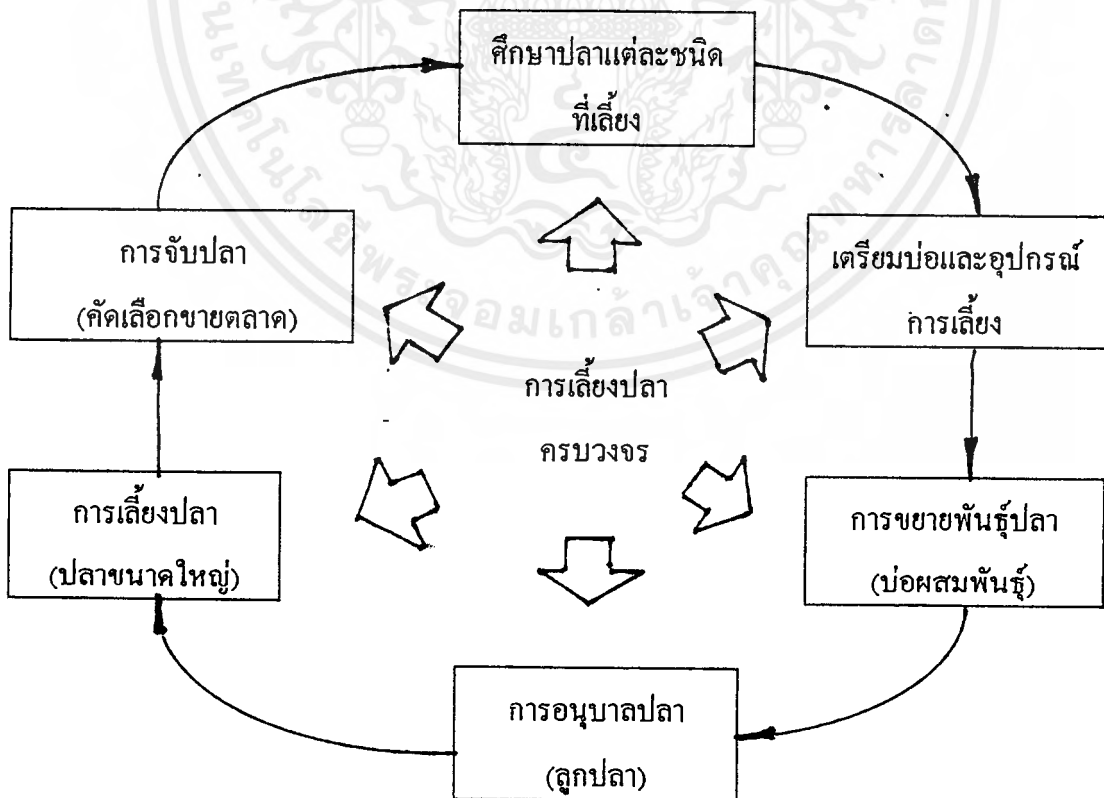
ในขั้นของการเลี้ยงปลาขนาดใหญ่ผู้เลี้ยงจะศึกษาอัตราการปล่อยปลาลงเลี้ยงต่อเนื่องที่ 1 ตารางเมตร ซึ่งปลาแต่ละชนิดจะมีอัตราการปล่อยปลาลงเลี้ยงในบ่อไม่เท่ากัน เป็นสิ่งสำคัญต่อการเลี้ยงปลา ซึ่งจะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของปลาและน้ำที่เลี้ยง

6. การจับปลา ผู้เลี้ยงจะศึกษาลักษณะที่เหมาะสมต่อการจับปลาแต่ละชนิด มีขนาดที่แตกต่างกันไปเพื่อส่งขายตลาด

จากการศึกษาพฤติกรรมการเลี้ยงปลา พบว่าลักษณะของผู้ประกอบการจะทำการเลี้ยงแบบครบวงจร คือ จะดำเนินพร้อมกันทั้ง 6 ขั้นตอน เพื่อให้ได้ผลผลิตออกมาสู่ตลาดได้ตลอดปี และในส่วนของผู้เลี้ยงได้ให้ความสำคัญกับการเลี้ยงมามากที่สุดก็คือ การเลี้ยงปลาใหญ่ เพราะปลาที่สมบูรณ์เจริญเติบโตเต็มที่ จะได้ขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก ข่อมหายถึง ผลกำไรจากการดูแลเลี้ยงปลาขนาดใหญ่ที่ดี และน้ำก็เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการเจริญเติบโตของปลา ผู้เลี้ยงจึงให้ความสำคัญกับคุณภาพน้ำที่ใช้เลี้ยงปลาเป็นพิเศษ

ภาพที่ 112

แผนภูมิแสดงพฤติกรรมการเลี้ยงปลาน้ำจืด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

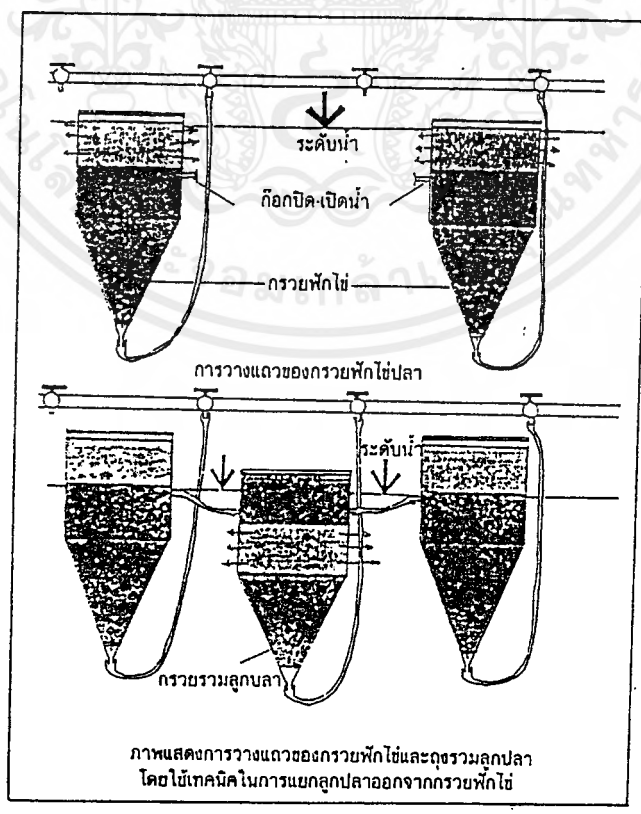
การศึกษาบ่อเลี้ยงปลาน้ำจืด

ก่อนที่ผู้ประกอบการจะสร้างบ่อเลี้ยงปลาหรือเริ่มที่ประกอบอาชีพเลี้ยงปลานั้น ผู้เลี้ยงจะต้องทราบถึงคุณลักษณะต่าง ๆ ของบ่อเลี้ยงปลาต่าง ๆ ซึ่งมีความเหมาะสมกับปลาที่จะเลี้ยง จะทำให้สามารถเลือกสถานที่ที่เหมาะสมกับการสร้างบ่อเลี้ยงปลาได้ บ่อเลี้ยงปลาในที่นี้ ผู้วิจัยจะกล่าวถึงประเภทของบ่อต่าง ๆ ที่ใช้ในการเลี้ยงปลาในลักษณะของการใช้งานในลักษณะต่าง ๆ สามารถแบ่งได้ 4 ประเภท คือ

1. บ่อผสมพันธุ์หรือบ่อเพาะฟัก มีรูปร่างหลายแบบ เช่น กลม สี่เหลี่ยมผืนผ้า และรูปไข่ ส่วนใหญ่จะใช้บ่อซีเมนต์สี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 10-50 ตารางเซนติเมตร ถ้าเป็นบ่อกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1-4 เมตร ความลึกประมาณ 1 เมตร สร้างอยู่ในโรงเพาะฟักที่มีหลังคาคลุม หรือกลางแจ้งก็ได้

ภาพที่ 113

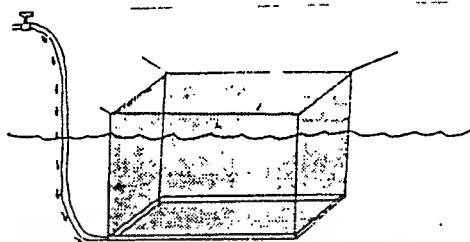
แสดงการวางแถวของกรวยฟักไข่และถูรวมลูกปลา



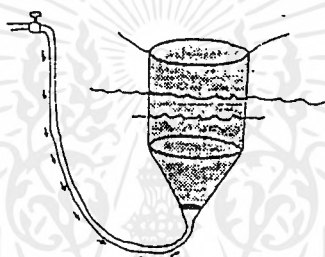
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 114

แสดงอุปกรณ์การเพาะปักไข่ปลาตามชนิดของไข่



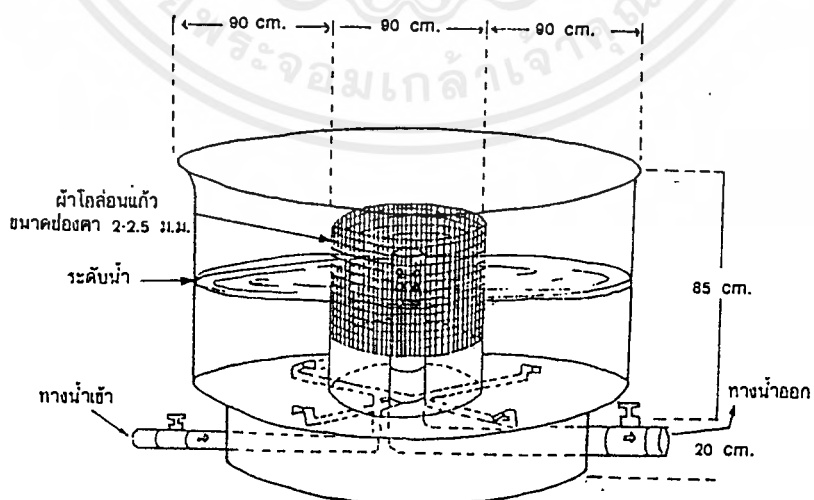
ก. แปลเพาะปักไข่เหมาะสำหรับไข่ติด



ข. กรวยปักไข่เหมาะสำหรับไข่ลอยหรือไข่ครึ่งจมครึ่งลอย

ภาพที่ 115

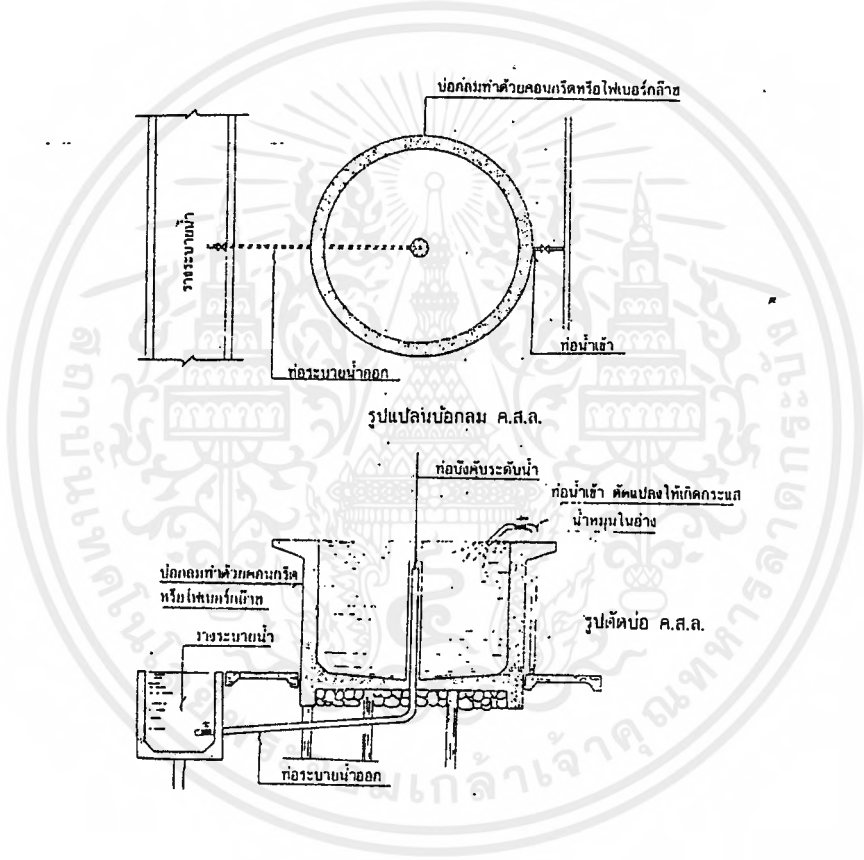
แสดงถังเพาะปักระบบน้ำไหล



2. บ่ออนุบาล (Nursery Pond) สำหรับเลี้ยงลูกปลาวัยอ่อนหลังจากลูกปลาฟักเป็นตัวแล้ว อาจเป็นบ่อดินนาข้าวที่ได้ปรับปรุงแล้ว บ่อซีเมนต์ ถึงสี่มก็ได้ ความลึกประมาณ 60-120 เซนติเมตร มีเครื่องเป่าลมช่วยเพิ่มออกซิเจนในน้ำระบบน้ำที่ถ่ายเปลี่ยนได้สะดวก

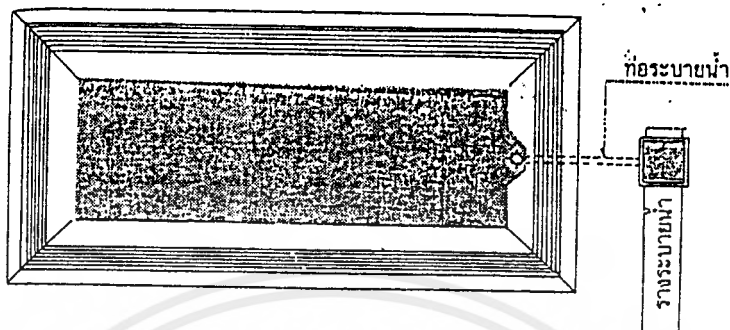
ภาพที่ 116

แสดงรูปร่างลักษณะของบ่ออนุบาล

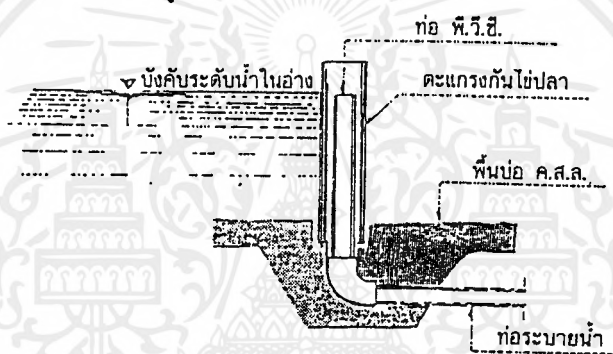


ภาพที่ 117

แสดงลักษณะของบ่อน้ำและท่อระบายน้ำ



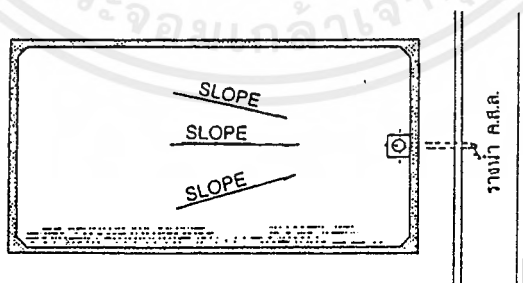
รูปแปลนท่อดมตั้ง



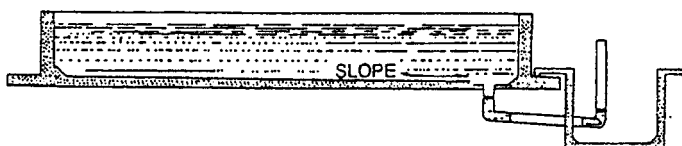
รูปตัดท่อดมตั้ง

ภาพที่ 118

แสดงรูปร่างลักษณะบ่อน้ำคอนกรีตแบบสี่เหลี่ยม



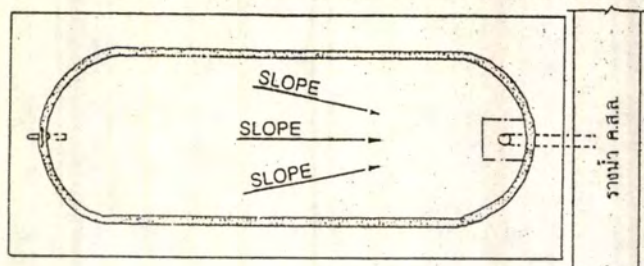
รูปแปลนบ่อ ค.ส.ล. ขนาด 5.00×10.00 ม.



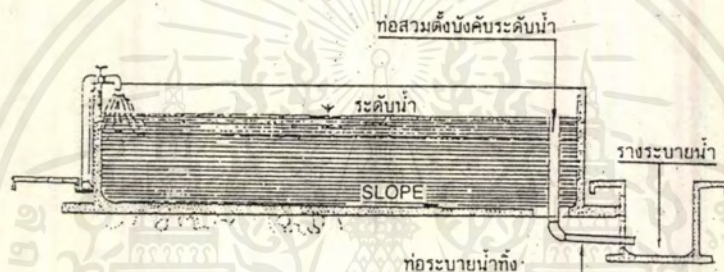
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ รูปตัดบ่อ ค.ส.ล. ตามยาว ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 119

แสดงรูปร่างลักษณะบ่ออนุบาลคอนกรีตแบบรี



บ่อ ค.ส.ล. ระบบน้ำวน (วงรี)



รูปตัดบ่อ ค.ส.ล. ตามยาว

3. บ่อเลี้ยง (Rearing Pond) ควรเป็นบ่อดินขนาด 1-3 ไร่ มีหลายบ่อเพื่อที่จะมีเนื้อที่ผลิตปลาได้มาก ความลึกประมาณ 1.50-2.00 เมตร ถ้าเป็นบ่อสำหรับเลี้ยงปลาเพื่อบริโภคในครัวเรือน หรือจำหน่ายบ้างควรจะเป็นขนาด 200 ตารางเมตรขึ้นไป รูปร่างของบ่อควรเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ภาพที่ 120

แสดงรูปร่างลักษณะของบ่อดิน



4. บ่อพักน้ำ (Sedimentation Pond) หรือบ่อเก็บน้ำ (Reservoir) เพื่อเก็บกักน้ำไว้ใช้ โดยเฉพาะในการเพาะปลูกที่ต้องการน้ำที่ใสและสะอาด หรือกักตุนน้ำไว้ใช้ยามขาดแคลนในฤดูแล้งก็ได้

ภาพที่ 121

แสดงลักษณะของบ่อพักน้ำ



ส่วนประกอบของการสร้างบ่อเลี้ยงปลา ได้แก่

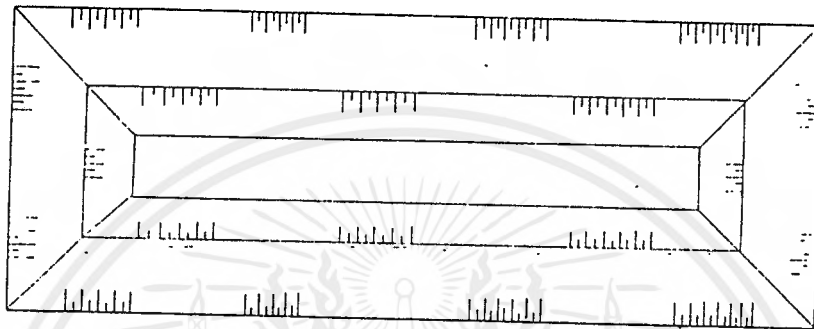
1. ตัวบ่อ 1-3 ไร่
2. ขานบ่อและคันดิน ควรอยู่ห่างจากขอบบ่อประมาณ 2-3 เมตร โดยรอบ 4 ด้าน ป้องกันการทรุดและพังทลายของดินเมื่อฝนตก ความสูง 1.50-2.00 เมตร
3. ระบบชักน้ำเข้าบ่อ 2 แบบคือ
 - 3.1 ชนิดเป็นท่อ
 - 3.2 ชนิดเป็นรางเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ระบบระบายน้ำทิ้ง ถ้าใกล้พื้นที่ชลประทานควรเป็นประตูละบายน้ำด้วยคอนกรีต สำหรับพื้นที่ลุ่มหรือที่ราบจะขุดระบายน้ำด้านหนึ่งของบ่อเพื่อใช้เครื่องสูบน้ำ

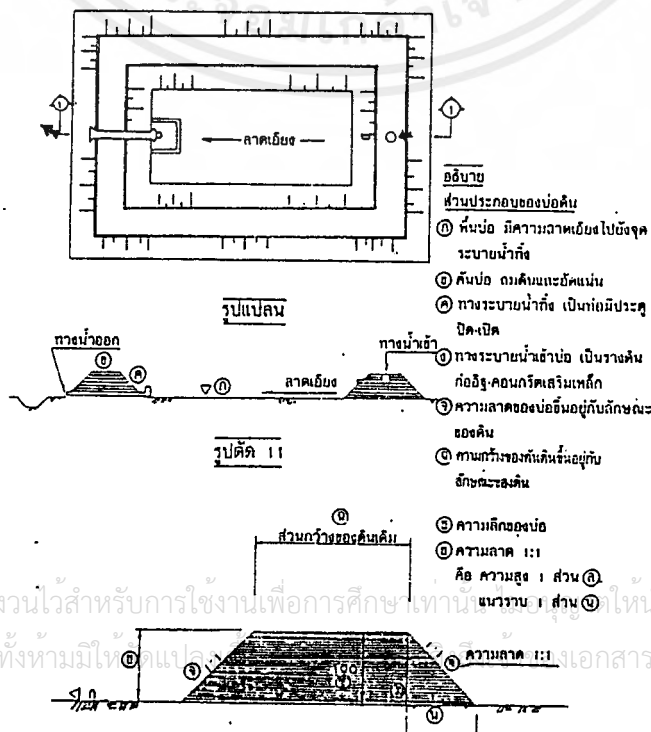
ภาพที่ 122

แสดงรูปร่างลักษณะบ่อดิน



ภาพที่ 123

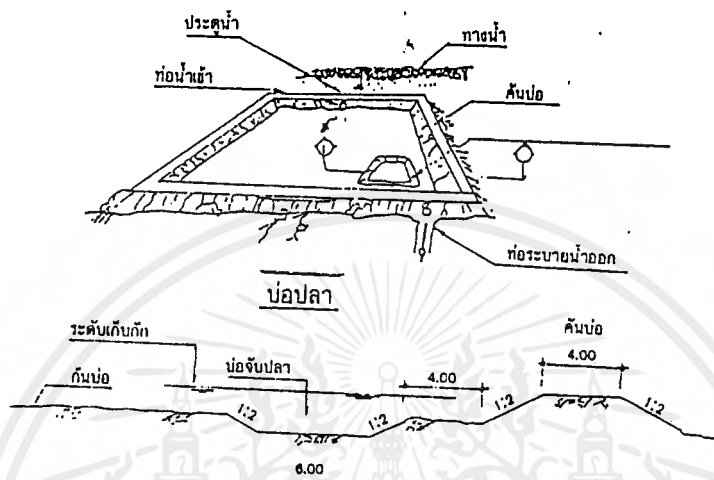
แสดงรูปร่างลักษณะบ่อดินและส่วนประกอบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเอกสารนี้ไปเผยแพร่ในที่สาธารณะ

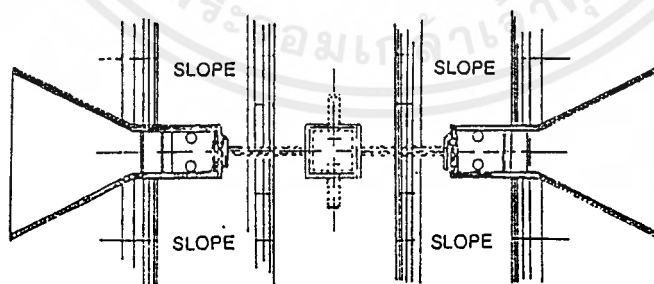
ภาพที่ 124

แสดงรูปร่างลักษณะบ่อดินและส่วนประกอบ

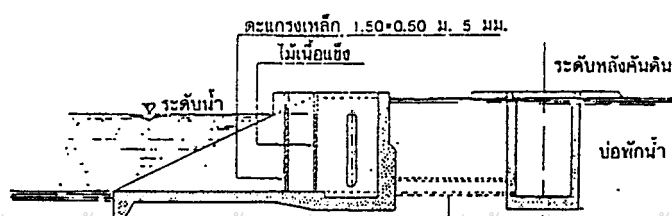


ภาพที่ 125

แสดงแผนประตุน้ำออก



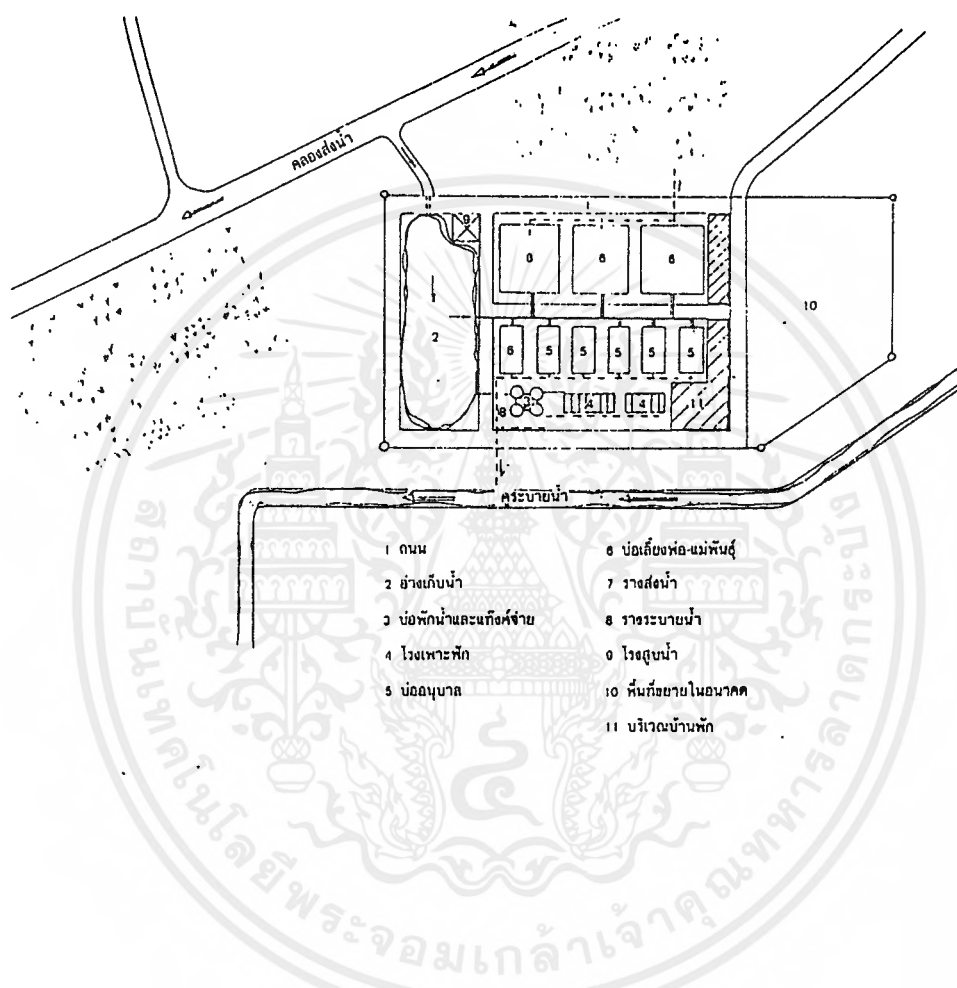
รูปแปลนประตูน้ำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาหรือข้อมูลอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 126

แสดงแผนผังการวางผังบ่อโรงเพาะฟักและส่วนประกอบอื่น ๆ



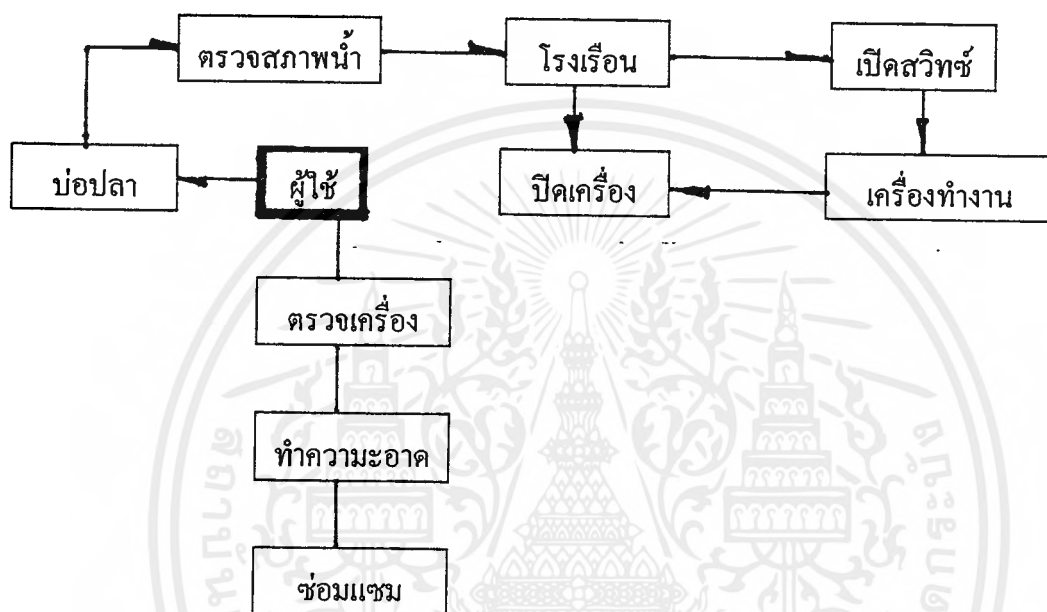
การศึกษาพฤติกรรมการใช้งานเครื่องเติมออกซิเจน

พฤติกรรมการใช้งานเครื่องเติมออกซิเจน ผู้ใช้จะใช้งานเมื่อใดหรือให้เครื่องทำงานนั้นขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของผู้ใช้งานหลายประการ เช่น เมื่อบ่อปลาขาดแคลนออกซิเจนกระทั่งหัน หรือเปิดเครื่องให้ทำงานตามปกติ หรือเปิดให้ในตอนกลางคืน เป็นต้น โดยส่วนใหญ่เครื่องเติมออกซิเจนทั่วไป (ผลิตภัณฑ์เดิม) จะใช้พลังงานไฟฟ้าจากบ้าน โดยถูกติดตั้งเดินสายไฟและตัวเครื่องไว้เรียบร้อย ดังนั้น พฤติกรรมการใช้งานเครื่องเติมออกซิเจน จึงไม่มีขั้นตอนอะไรมากเพียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นการเปิดสวิตช์ให้เครื่องทำงานที่อยู่ในโรงเรือนหรือโรงเพาะ เครื่องก็ทำงานหรือจะทำความ สะอาดเครื่องในนาน ๆ ครั้ง หรือเมื่อเครื่องเสีย นำมาซ่อมแซม

แผนภูมิแสดงพฤติกรรมการใช้งาน



การศึกษาน้ำที่ใช้ในบ่อเลี้ยงปลาน้ำจืด

น้ำในบ่อปลาส่วนใหญ่ได้รับออกซิเจนจากการสังเคราะห์แสงของพืชในน้ำ และจากการที่ออกซิเจนในอากาศละลายปนกับน้ำ แต่ปริมาณออกซิเจนที่ได้รับจากการสังเคราะห์แสง สูงกว่าปริมาณออกซิเจนที่ได้รับจากอากาศ ปัจจัยที่ควบคุมการสังเคราะห์แสง ได้แก่ อุณหภูมิ แสงแดด ธาตุอาหาร ชนิดของพืช ปริมาณพืช

สาเหตุของปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลงในบ่อปลา อาจพอสรุปได้ดังนี้ คือ

1. การหายใจ แผลงค้ตอนพืช พืชน้ำ แผลงค้ตอนสัตว์ ปลา และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ

ในน้ำใช้ออกซิเจนเพื่อการหายใจ ทั้งกลางวันและกลางคืน

2. ปริมาณออกซิเจนในน้ำในบ่อลดลงในเวลากลางคืน เนื่องจากไม่มีกระบวนการ

การสังเคราะห์แสง

- 3. การย่อยสลายอินทรีย์สาร แบบที่เรียใช้ออกซิเจนเพื่อการย่อยสลายอินทรีย์สารทั้งกลางวันและกลางคืน
- 4. ปัญหาขาดแคลนออกซิเจนในบ่อปลาจนถึงขั้นเป็นอันตรายต่อปลา มักเกิดจากการใช้ออกซิเจนของแบคทีเรีย กลุ่มที่ใช้อินทรีย์สารเป็นอาหารมากกว่าแบคทีเรียที่ใช้อินทรีย์สารเป็นอาหาร
- 5. การหมุนเวียนของน้ำหรือการผสมกับน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำ ได้แก่ น้ำบาดาล

ตารางที่ 32

แสดงระดับต่ำสุดของออกซิเจนที่จะทำให้ปลาตาย

ชนิดปลา	ปริมาณออกซิเจนที่ละลาย (มก./ล.)
ปลาสลิด	1.6 - 3.8
ปลาสวาย	1.1 - 2.4
ปลานิล	0.8 - 1.2
ปลาตะเพียนขาว	0.4 - 1.7
ปลาสิน	0.3 - 1.1
ปลาไน	0.2 - 0.8
ปลายี่สกเทศ	0.7
ปลาเฉา	0.2 - 0.6
ปลาทอง	0.1 - 0.2

สรุปการแก้ไขปัญหาคขาดแคลนออกซิเจนในบ่อปลาในระยะสั้น กระทำได้โดยใช้เครื่องมือพ่นน้ำให้เป็นฝอยกระจาย เพื่อทำให้ออกซิเจนในอากาศสัมผัสกับผิวน้ำและละลายปนกับน้ำได้มากขึ้น ส่วนการป้องกันการขาดแคลนออกซิเจนในบ่อปลาในระยะยาวนั้น คือ ต้องควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุมปริมาณแพลงค์ตอนพืช ไม่ให้มีมากจนเกินไปในบ่อปลา ปริมาณออกซิเจนที่มีในน้ำ โดยเฉลี่ยไม่ควรต่ำกว่า 3.8 มก./ล. ซึ่งโดยธรรมชาติน้ำจะมีปริมาณออกซิเจนประมาณ 2.0 มก./ล.

การศึกษาเครื่องเติมออกซิเจนในบ่อปลา

การเติมอากาศให้กับบ่อปลาคด้วยเครื่องมือกล ช่วยทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น จึงเป็นผลดีต่อบปลาที่เลี้ยงในบ่อ ประโยชน์ของการเติมอากาศ จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษาอาจพอสรุปได้ คือ

1. ช่วยให้ปลารอดภายในขณะที่มีออกซิเจนน้อยเกินไปในบ่อ (มักเป็นการเติมอากาศอย่างฉุกเฉิน)
2. ช่วยป้องกันการแบ่งชั้นน้ำตามความเข้มข้นของออกซิเจน (Oxygen Stratification) และตามอุณหภูมิของน้ำ ถ้ามีการแบ่งชั้นน้ำดังกล่าว การขาดแคลนออกซิเจนมีโอกาสเกิดได้มาก
3. ช่วยเติมออกซิเจนให้กับน้ำบาดาล (น้ำใต้ดิน) ที่ใช้เลี้ยงปลา
4. การเติมอากาศอย่างต่อเนื่องหรือเป็นครั้งคราวช่วยเพิ่มผลผลิตให้กับบ่อปลา
5. ช่วยลดการเปลี่ยนน้ำบ่อยครั้ง ซึ่งทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย
6. ช่วยลดปัญหาการขาดแคลนนํ้าในบางพื้นที่ที่แห้งแล้ง มีน้ำน้อย
7. น้ำเคลื่อนที่ช่วยให้น้ำดูดกลืนความร้อนแสงอาทิตย์ อุณหภูมิกระจายไปทั่วบ่อซึ่งผลกับการเป็นอยู่ของปลา

เครื่องเติมออกซิเจนที่ใช้กับบ่อปลา จำแนกออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. เครื่องเติมอากาศแบบแรงโน้มถ่วง
2. เครื่องเติมอากาศแบบผิวน้ำ (Surface Aerator)
3. เครื่องเติมอากาศแบบให้ฟอง (Diffuser)

1. เครื่องเติมอากาศแบบแรงโน้มถ่วง แบบที่จ่ายค่าใช้จ่ายน้อยเหมาะสมในกรณีที่มีแรงดันน้ำอยู่แล้ว เช่น น้ำบาดาลที่สูบขึ้นมาเติมบ่อปลา เป็นต้น
2. เครื่องเติมอากาศแบบผิวน้ำ (Surface Aerator) บ่อเลี้ยงปลา มักใช้มากกว่าระบบให้ฟองอากาศ นิยมใช้มากเพราะราคาถูกติดตั้งใช้งานง่าย เคลื่อนย้ายง่าย
3. เครื่องเติมอากาศแบบให้ฟอง (Diffuser) สามารถทำงานได้ดี แต่เสียค่าใช้จ่ายสูงในการติดตั้งระบบจ่ายลม ประกอบกับมักเป็นอุปสรรคกีดขวางการจับปลา และปัญหาอุดตันหัวจ่ายลม ซึ่งไม่นิยม

ในที่นี้ผู้วิจัยจะกล่าวถึงการศึกษาเครื่องเติมอากาศแบบผิวน้ำเท่านั้น

เครื่องเติมอากาศแบบผิวน้ำนั้นมีหลายรูปแบบด้วยกัน และลักษณะการเติมอากาศแตกต่างกันไป คือ

1. เครื่องเติมออกซิเจนแบบส่งกำลังจากฝั่ง

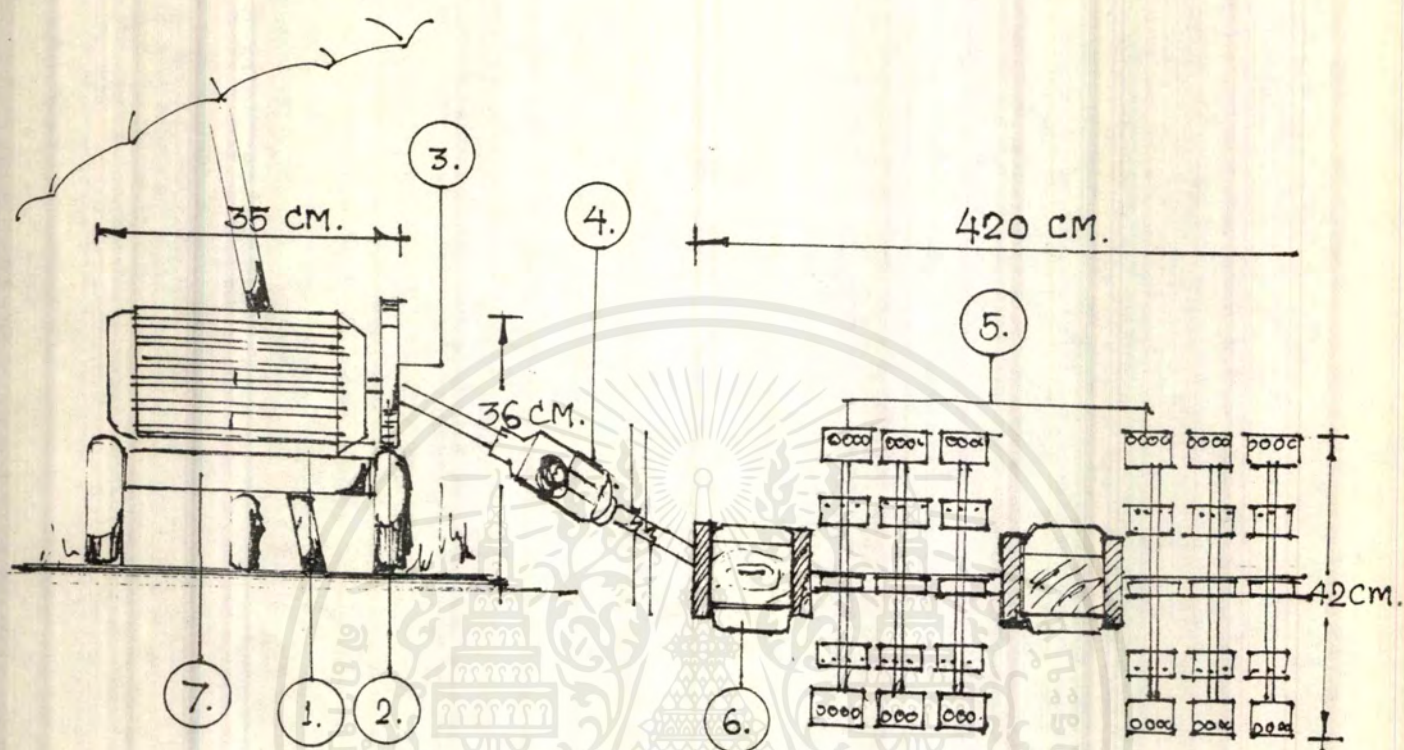
เป็นเครื่องกลเติมอากาศหรือออกซิเจนแบบกังหันผิวน้ำ แบบใช้ไฟฟ้า 220 โวลต์ ส่งกำลังด้วยสายพานจากต้นกำลังมอเตอร์ ขนาด 3 แรงม้า 1,450 รอบ/นาที 18 แอมป์ ส่งกำลังจากฝั่งหรือคันบ่อผ่านคัปปลิง กากบาท ลงมายังฝั่ง กังหัน 12 ตัว บนทุ่นลอย

ภาพที่ 127

แสดงเครื่องเติมออกซิเจนแบบส่งกำลังจากฝั่ง



1.1 ขนาดสัดส่วนของเครื่อง



1.2 ส่วนประกอบของเครื่อง

- 1.2.1 มอเตอร์ A.C. 220 V. 3 แรงม้า 1450 รอบ/นาที 18 แอมป์
- 1.2.2 สายพานแบบหน้าตัดสี่เหลี่ยมคางหมู
- 1.2.3 มู่เล่ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 35 เซนติเมตร 2 ตัว
- 1.2.4 คัปปลิงรูปกากบาท 2 ตัว
- 1.2.5 กังหันตึ้นน้ำ 12 ชุด แบบใบตี่ ชุดละ 6 ตัว
- 1.2.6 ฟันลอยพลาสติก 10 ตัว
- 1.2.7 โครงสร้างเหล็กฉากติดล้อเลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ระบบการทำงาน

ส่งกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า (AC) 220 V. 1450 รอบต่อนาที ผ่านสายพานและมู่เล่ที่ติดตั้งอยู่บนฝั่ง ขับหมุนคัปปลิงรูปกากบาทให้หมุนก้านหัวฉีดน้ำทำงาน ดิน้ำเติมออกซิเจนที่ติดตั้งอยู่บนทุ่นลอยน้ำในบ่อ

1.4 ข้อดีข้อเสีย

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ให้ปริมาณการเติมออกซิเจนในน้ำได้มาก	1. ราคาแพง
2. ระบบการทำงานง่ายสะดวกต่อการดูแลและซ่อมแซม	2. ติดตั้งเคลื่อนย้ายไม่สะดวก
3. เหมาะสำหรับบ่อเลี้ยงขนาดใหญ่	3. มีปัญหาเกี่ยวกับสภาพดินฟ้าอากาศ เครื่องชำรุดเสียหายได้ง่าย
	4. สูญเสียพลังงานจากคัปปลิงกากบาทมาก
	5. ติดตั้งในบ่อเลี้ยงปลาที่มีคั่นบ่อสูงไม่ดี
	6. ระบบความปลอดภัยของเครื่องมีน้อย
	7. นิยมไว้ในบ่อเลี้ยงกุ้งมากกว่าเลี้ยงปลา

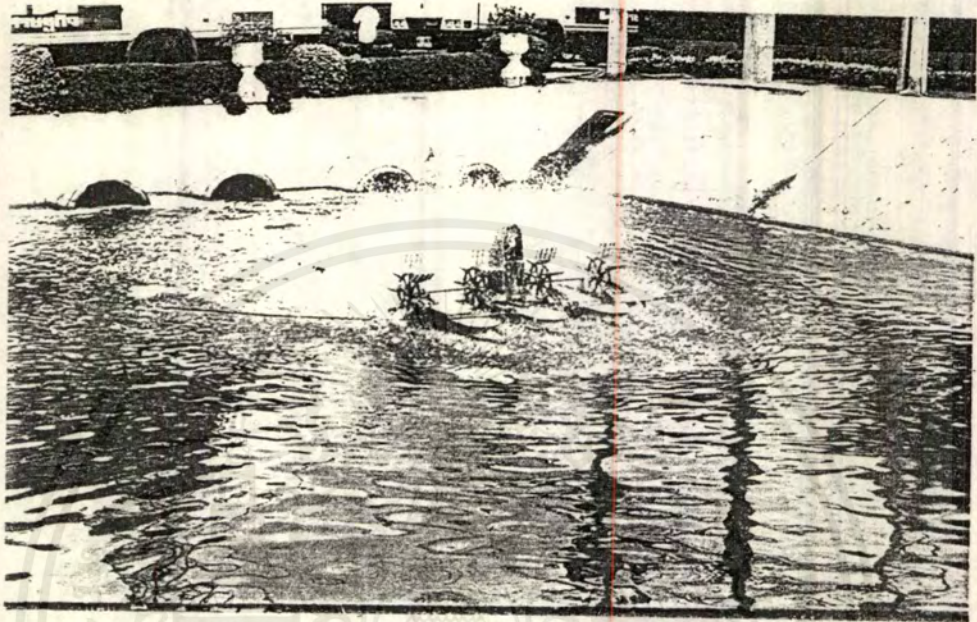
2. เครื่องเติมออกซิเจนแบบกังหันลอยตัวบนน้ำ

เป็นเครื่องกลเติมอากาศแบบระบบส่งกำลังและดันกำลัง และระบบการเติมออกซิเจนถูกติดตั้งรวมกันอยู่บนทุ่นลอย เพื่อให้สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกอีกทั้งมีขนาดเล็ก ราคากว่า รูปแบบที่ 1

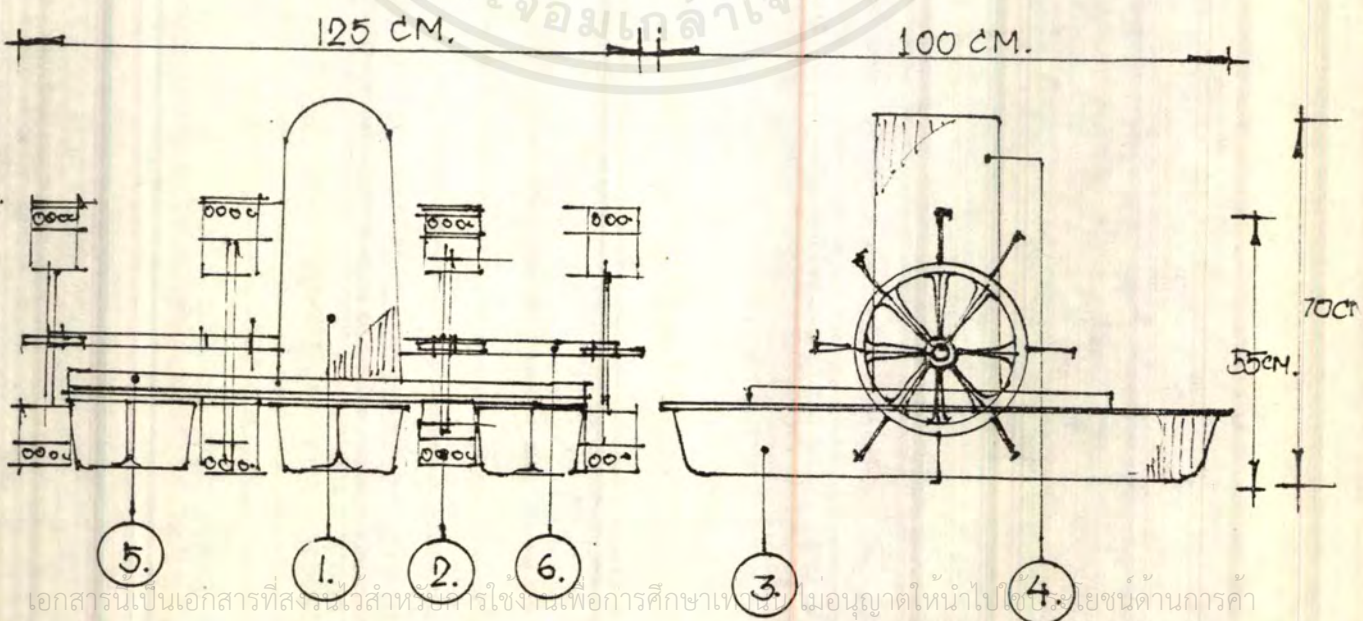
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 128

แสดงเครื่องเติมออกซิเจนแบบกังหันลอยตัวบนน้ำ



2.1 ขนาดสัดส่วนของเครื่อง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้โดยไม่ขออนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ส่วนประกอบของเครื่อง

- 2.2.1 มอเตอร์ไฟฟ้า (A.C.) ขนาด 120 รอบ/นาที
- 2.2.2 กังหันตีน้ำ ขนาด 35x15 มี 8 ใบ 4 ชุด
- 2.2.3 ท่อนลอยไฟเบอร์กลาส ท่อน
- 2.2.4 ฝาครอบมอเตอร์
- 2.2.5 คานยึดท่อนลอยเหล็กฉาก ขนาด 1.5x1.5 นิ้ว
- 2.2.6 แกนหมุนกังหันตีน้ำ

2.3 ระบบการทำงาน

ส่งกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า (A.C.) 220 V. ขนาด 120 รอบ/นาที ผ่านเพลาคูที่ยึดติดกับกังหันตีน้ำ 4 ชุด อยู่เหนือผิวน้ำประมาณ 25-30 ซม. หมุนด้วยความเร็ว 120 รอบ/นาที ลอยตัวอยู่บนท่อนลอย 3 ตัว ถูกค้ำด้วยเชือกผูกยึดอยู่กับฝั่ง 4 ด้าน เพื่อให้เครื่องอยู่กับที่ ใช้หลักการเติมอากาศด้วยการนำน้ำขึ้น ไปผสมกับอากาศ

2.4 ข้อดีข้อเสีย

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ราคาถูก	1. ปริมาณการเติมออกซิเจนได้น้อยกว่าแบบที่ 1
2. ต้นทุนการผลิตถูก	2. ต้องเพิ่มปริมาณเครื่องในกรณีใช้ในบ่อเลี้ยงปลาที่มีขนาดใหญ่ที่ต้องการปริมาณออกซิเจนมาก
3. ระบบการทำงานง่าย สะดวกต่อการซ่อมแซมและดูแลรักษา	3. เครื่องบางรุ่นกังหันพลิกด้วยเหล็ก ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงและขึ้นสนิมได้ง่าย ไม่เหมาะสมกับสภาพความชื้น
4. เหมาะสำหรับบ่อปลาขนาดเล็กหรือไม่ใหญ่จนเกินไป	
5. ติดตั้งเคลื่อนย้ายสะดวก เพราะมีขนาดเล็ก	
6. ได้รับการส่งกำลังจากมอเตอร์โดยตรง ซึ่งทำให้สูญเสียพลังงานน้อย	
7. เครื่องบางรุ่นกังหันผลิตด้วยพลาสติกทำให้เหมาะสมกับสภาพดินฟ้าอากาศและความชื้น	

3. เครื่องเติมออกซิเจนตีนน้ำแกนแนวตั้ง

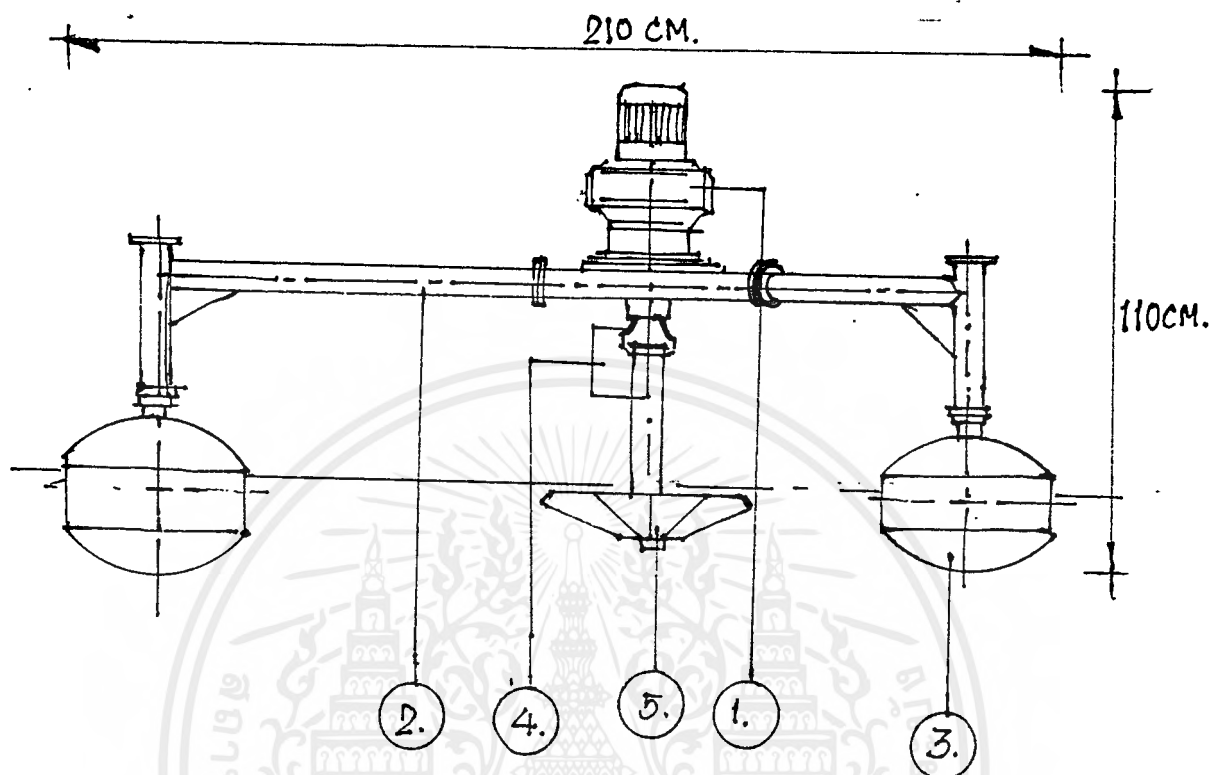
เป็นเครื่องกลเติมออกซิเจนแบบผิวน้ำอีกรูปแบบหนึ่ง ลักษณะลอยตัวบนผิวน้ำ ระบบดันกำลัง และระบบการเติมออกซิเจนถูกติดตั้งรวมกันอยู่บนทุ่นลอย ลักษณะหลักการคล้ายกับแบบที่ 2 ต่างกันตรงที่กังหันตีนน้ำมีชุดเดียวตีนน้ำในลักษณะหมุนแนวตั้ง

ภาพที่ 129

แสดงเครื่องเติมออกซิเจนตีนน้ำแบบแกนแนวตั้ง



8.1 ขนาดสัดส่วนของเครื่อง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ส่วนประกอบของเครื่อง

- 3.2.1 มอเตอร์ไฟฟ้า (A.C.) 220 V. มีขนาดตั้งแต่ 5-10 แรงม้า
- 3.2.2 โครงสร้างเหล็กกลมกลวง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว
- 3.2.3 ท่อนลอยรูปทรงกระบอกไฟเบอร์กลาส 3 ท่อน
- 3.2.4 แกนหมุนและดัดปลิว
- 3.2.5 ใบกังหันดีน้ำ 1 ชุด

3.3 ระบบการทำงาน

ส่งกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า (A.C.) 220 V. มีขนาดตั้งแต่ 5-10 แรงม้า ติดตั้งอยู่บนโครงสร้าง หมุนส่งกำลังผ่านดัดปลิวและแกนหมุนโดยตรง ทำให้ใบกังหันหมุนในแนวนอน โดยที่ใบกังหันจะจมอยู่ใต้น้ำต่ำกว่าประมาณ 5 ซม. ลอยตัวอยู่บนท่อนลอย 3 ตัว ลักษณะของเครื่องเติมออกซิเจนแบบนี้มีข้อสังเกตอยู่อย่างหนึ่งคือ ถ้าหากการคำนวณการผลิตถูกต้อง จะทำให้เครื่องทำงานดีน้ำโดยที่เคลื่อนตัวอยู่กับที่ได้โดยไม่ต้องขึงด้วยเชือก แต่ที่ขึงก็เพื่อป้องกันการพัดพาของลม

3.4 ข้อดีข้อเสีย

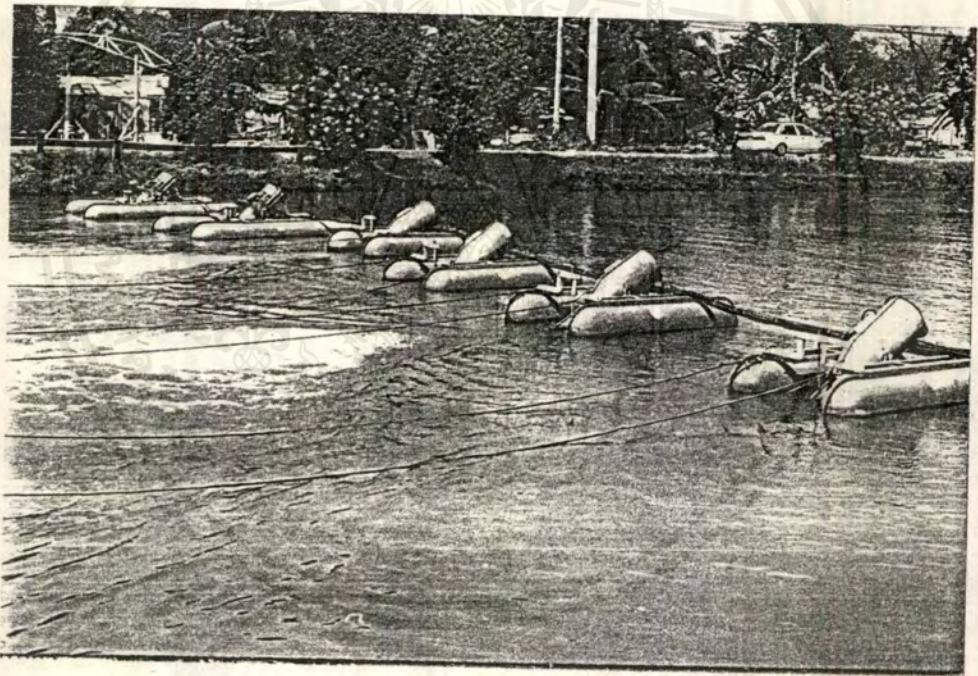
ข้อดี	ข้อเสีย
1. เหมาะสำหรับบ่อปลาที่มีขนาดใหญ่พอสมควร	1. เครื่องมีขนาดใหญ่ลักษณะการติดตั้งเคลื่อนย้ายไม่สะดวก
2. ปริมาณการเติมออกซิเจนได้มากพอสมควร	2. ในกรณีที่บ่อปลาขนาดใหญ่มากต้องใช้ปริมาณเครื่องเพิ่ม ค่าใช้จ่ายสูง
3. ระบบการทำงานง่าย	3. เหมาะสำหรับการใช้ในการบำบัดน้ำเสียมากกว่า
4. ได้รับการส่งกำลังจากมอเตอร์โดยตรง ซึ่งทำให้สูญเสียพลังงานน้อย	4. ต้นทุนการผลิตสูงเพราะเครื่องมีขนาดใหญ่
	5. ซ่อมแซมบำรุงรักษามากเพราะอุปกรณ์เครื่องมีขนาดใหญ่
	6. ระบบความปลอดภัยของเครื่องมีน้อย
	7. ราคาแพง

4. เครื่องเติมออกซิเจนแบบ AIR GUN

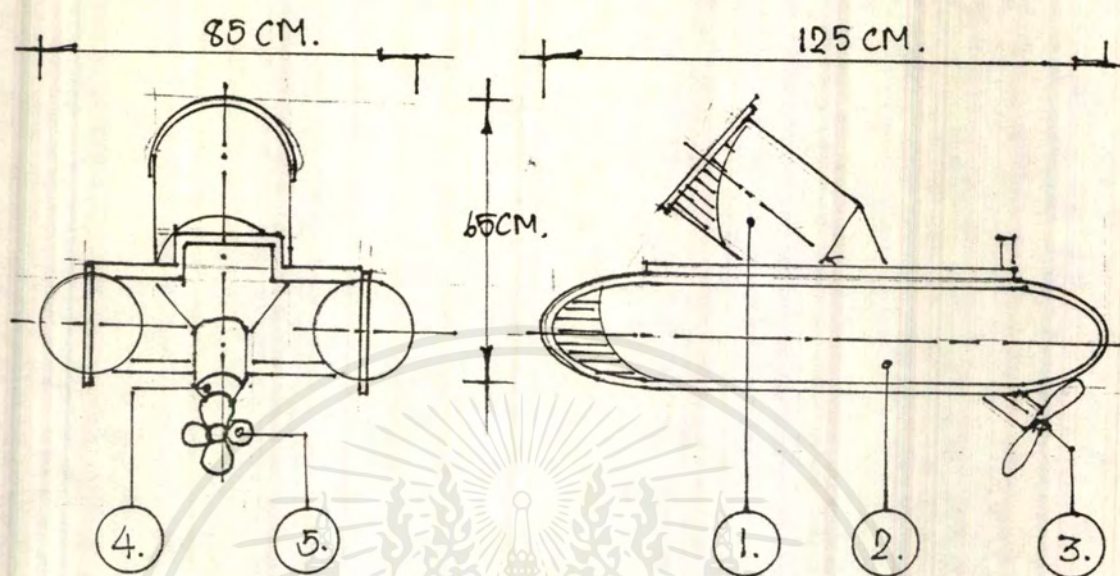
เป็นเครื่องกลเติมออกซิเจนให้กับน้ำโดยการฉีดอากาศให้เป็นฟองลงไปใต้น้ำ อุปกรณ์แบบนี้ ผลิตรักเรียกว่า “AIR GUN” ซึ่งมีลักษณะต่างจากเครื่องเติมออกซิเจนแบบอื่น ๆ โดยใช้หลักการเติมอากาศแบบน้ำอากาศลงไปละลายในน้ำโดยตรง ในขณะที่แบบที่กล่าวมาแล้วทั้ง 3 แบบ เป็นแบบนำน้ำขึ้นไปผสมกับอากาศ อย่างไรก็ตามผังจัดอยู่ในเครื่องเติมออกซิเจนแบบผิวน้ำ

ภาพที่ 130

แสดงเครื่องเติมออกซิเจนแบบ AIR GUN



4.1 ขนาดสัดส่วนของเครื่อง



4.2 ส่วนประกอบของเครื่อง

- 4.2.1 มอเตอร์ไฟฟ้า (AC.) มีตั้งแต่ 1-5 แรงม้า
- 4.2.2 ท่อนลอยไฟเบอร์กลาส 1 ชุด
- 4.2.3 แกนหมุนใบพัดตีน้ำ ภายในท่อส่งอากาศ
- 4.2.4 ท่อส่งอากาศ
- 4.2.5 ใบพัดตีน้ำ

4.3 ระบบการทำงาน

มอเตอร์ไฟฟ้า (AC.) เป็นต้นกำลังส่งผ่านแกนใบพัดที่อยู่ภายในท่อส่งอากาศ ทำให้ใบพัดที่อยู่ส่วนปลายสุดหมุนตีน้ำบริเวณที่ใบพัดหมุนนั้น จะเกิดการปั่นป่วนของน้ำและเป็นสัญญาณอากาศดีอากาศที่อยู่ที่ส่วนบนผิวน้ำลงตามท่อส่งอากาศลงมาผสมกับน้ำ

4.4 ข้อดีข้อเสีย

ข้อดี	ข้อเสีย
1. เครื่องมีขนาดเล็กการติดตั้งเครื่องย้ายได้สะดวก	1. ปริมาณการเติมออกซิเจนได้น้อย/เครื่อง
2. ซ่อมแซม บำรุงรักษาได้ง่าย เพราะอะไหล่มีขนาดเล็ก	2. ต้องใช้จำนวนเครื่องมากในบ่อปลา
3. ระบบความปลอดภัยของเครื่องมีสูง	3. มักเกิดปัญหาเกี่ยวกับใบพัดติดขัดกับสาหร่ายในน้ำ
4. ราคาต้นทุนต่ำ/เครื่อง	
5. ทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ	

สรุป เครื่องเติมออกซิเจนแบบผิวน้ำ (Surface Aerator) มีลักษณะการเติมอากาศแบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ การนำพาน้ำให้ลอยตัวขึ้นไปผสมกับออกซิเจนที่ลอยอยู่เหนือผิวน้ำ โดยให้น้ำกระจายเป็นฝอยยิ่งกระจายมาก จะทำให้ปริมาณการผสมละลายกับออกซิเจนได้มากตามสัดส่วน ส่วนลักษณะที่สองคือ การนำพาอากาศหรือออกซิเจนลงไปผสมละลายในน้ำโดยตรงอาศัยหลักการสูญญากาศ ซึ่งเปรียบเทียบกับพลังงานที่สูงเสียกับลักษณะแรก จะได้ปริมาณการเติมออกซิเจนมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบต่อหน่วย

การศึกษาผลิตภัณฑ์ข้างเคียง

คณะกรรมการบริหารสภาวิจัยแห่งชาติในการประชุมครั้งที่ 7/2536 วันที่ 22 กรกฎาคม 2536 มีมติทูลเกล้าฯ ถวายรางวัลผลงานคิดค้นหรือสิ่งประดิษฐ์ ซึ่งเป็นประโยชน์แก่ประเทศชาติรางวัลที่ 1 ประจำปี 2536 แก่ผลงานเรื่อง “เครื่องกลเติมอากาศที่ผิวน้ำหมุนช้าแบบทุ่นลอย” หรือ “กังหันน้ำชัยพัฒนา” ของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช

1. กังหันน้ำชัยพัฒนา หรือเครื่องกลเติมอากาศที่ผิวน้ำหมุนช้าแบบทุ่นลอย (Chai Pattana Low speed Surface Aerator, Model RX-2)

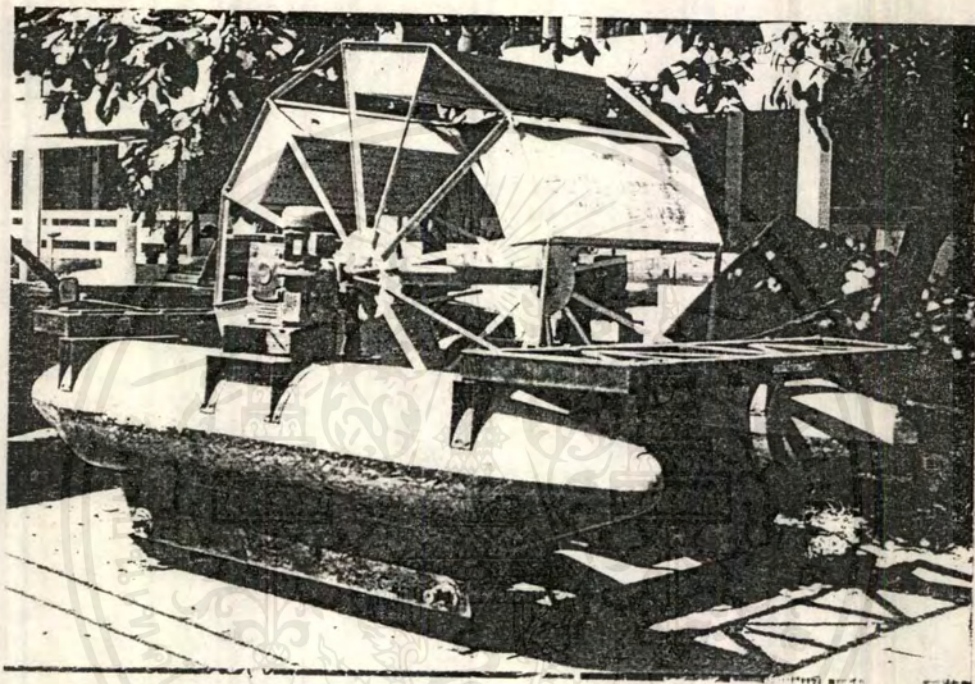
พ.ศ. 2531 สภาพความเน่าเสียของน้ำที่บริเวณต่าง ๆ มีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น การแก้ไขน้ำเสียรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ การใช้น้ำที่มีคุณภาพดีช่วยบรรเทาน้ำเสีย ใช้วิธีการกรองน้ำเสียด้วยผักตบชวาบ้าง ซึ่งได้ผลเพียงระดับหนึ่งไม่ได้ผลเท่าที่ควร จำเป็นต้องนำเครื่องกลเติมอากาศเข้าช่วยบำบัดน้ำเสียอีกทางหนึ่ง พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ทรงพระทานแนวพระราชดำริให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประดิษฐ์เครื่องกลเติมอากาศแบบไทยทำ ไทยใช้ขึ้นมา โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะช่วยเหลือรัฐบาล เพื่อบรรเทาน้ำเน่าเสียแบบเสียค่าใช้จ่ายน้อยไปตามที่ต่าง ๆ ได้ประดิษฐ์ขึ้น 2 รูปแบบ คือ รูปแบบ A และ B

ภาพที่ 131

แสดงกังหันชัยพัฒนา รูปแบบ B



1.1 หลักการทำงาน

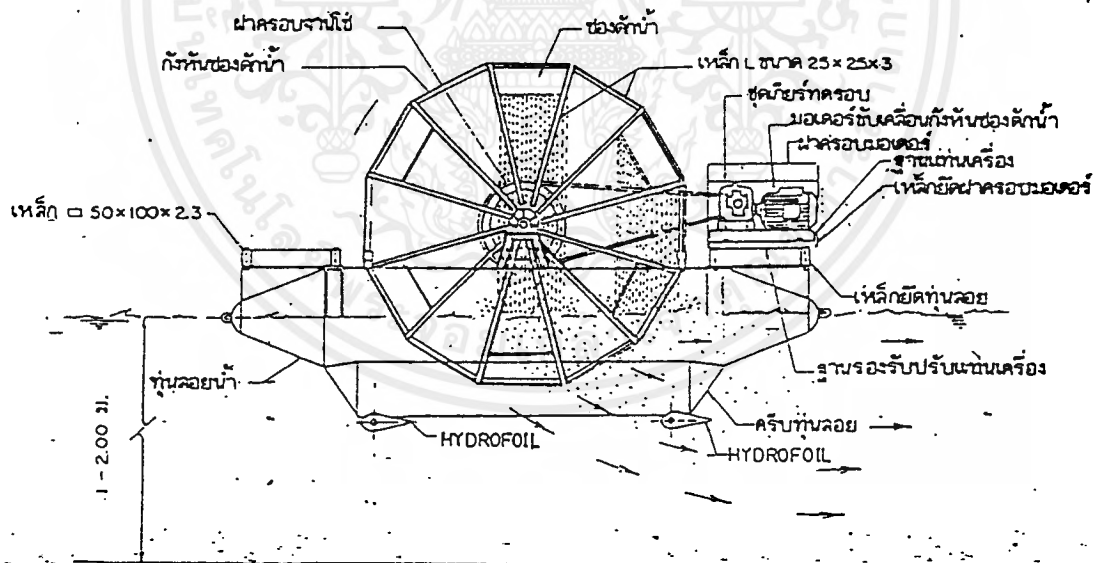
กังหันน้ำชัยพัฒนาเป็นเครื่องกลเติมอากาศแบบทุ่นลอย สามารถปรับตัวขึ้นลงได้ตามระดับขึ้นลงของผิวน้ำในแหล่งน้ำเสีย มีส่วนประกอบสำคัญ ได้แก่ โครงกังหันน้ำ รูป 12 เหลี่ยม ขนาด 2.00 เมตร มีช่องน้ำขนาดบรรจุ 110 ลิตร ติดตั้งโดยรอบจำนวน 6 ช่อง เอาะรูของน้ำพรุนเพื่อให้น้ำไหลกระจายเป็นฝอย สำหรับรูปแบบ A ช่องน้ำนี้จะถูกขับเคลื่อนให้หมุนโดยรอบด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 2 แรงม้า ระบบแรงดัน 380 โวลท์ 3 เฟส 50 เฮิร์ตซ์ ผ่านระบบส่งกำลังด้วยเกียร์ทดรอบและจานโซ่ ส่วนรูปแบบ B ช่องน้ำจะถูกขับเคลื่อนให้หมุนโดยรอบด้วยเกียร์มอเตอร์ ขนาด 1 แรงม้า ระบบ 380 โวลท์ 3 เฟส 50 เฮิร์ตซ์ จำนวน 2 ชุด ซึ่งจะทำให้การหมุนเคลื่อนที่ของช่องน้ำ วิดตักน้ำด้วยความเร็ว 5 รอบต่อวินาที สามารถวิดน้ำลึกลงไปได้ผิวน้ำประมาณ 0.50 เมตร ยกน้ำขึ้นไปสาดกระจายเป็นฝอยเหนือผิวน้ำด้วยความสูง ประมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.00 เมตร ทำให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างน้ำกับอากาศกว้างขวางมากขึ้น เป็นผลทำให้ออกซิเจนในอากาศสามารถละลายเข้าไปในน้ำได้อย่างรวดเร็ว และในขณะที่น้ำเสียดูดกขึ้นไปตามกระแสน้ำสัมผัสกับอากาศแล้วตกลงไปยังผิวน้ำนั้น จะก่อให้เกิดฟองอากาศจมตามลงไปใต้ผิวน้ำจนกระทั่งของน้ำจมน้ำเต็มที ก่อให้เพิ่มประสิทธิภาพในการถ่ายเทออกซิเจนได้สูงขึ้นตามไปด้วย หลังจากนั้น น้ำที่ได้รับการเติมอากาศแล้วจะเกิดการถ่ายเทของน้ำเคลื่อนที่ออกไปด้วย การผลักดันของของน้ำด้วยความเร็วของการไหล 0.20 เมตร/วินาที จึงสามารถผลักดันน้ำออกไปจากเครื่องมีระยะทางประมาณ 10.00 เมตร และผลพลอยได้อีกประการหนึ่ง ได้แก่ อาการโยกตัวของทุ่นลอยในขณะที่ทำงานจะส่งผลให้แผ่นไฮโดรฟอล์ยที่ติดตั้งไว้ในส่วนได้นำ สามารถผลักดันน้ำให้เคลื่อนที่ผสมผสานออกซิเจนเข้ากับน้ำในระดับความลึกใต้ผิวน้ำได้เป็นอย่างดีอีกด้วย จึงก่อให้เกิดกระบวนการทั้งการเติมอากาศ การกวนแบบผสมผสาน และทำให้เกิดการไหลของน้ำเสียไปตามทิศทางที่กำหนดโดยพร้อมกัน

ภาพที่ 132

แสดงหลักการทำงานของกังหันน้ำชัยพัฒนา



1.2 คุณสมบัติ

“กังหันน้ำชัยพัฒนา” เป็นเครื่องกลเติมอากาศที่ให้ประสิทธิภาพในการถ่ายเทออกซิเจนได้สูงถึง 1.2 กิโลกรัม ของออกซิเจนต่อแรงแม่-ชั่วโมง ใช้ในการเพิ่มปริมาณออกซิเจนหรืออากาศลงในน้ำ เพื่อปรับปรุงคุณภาพของน้ำให้ดีขึ้น สามารถนำไปใช้ในงานบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ ติดตั้งง่าย เคลื่อนย้ายง่าย เหมาะสำหรับใช้บำบัดน้ำเสียในแหล่งน้ำธรรมชาติ ได้แก่ สระน้ำ หนองน้ำ คลอง บึง ลำห้วย ฯลฯ ที่มีความลึกมากกว่า 1.00 เมตร และมีความกว้างมากกว่า 3.00 เมตร สามารถติดตั้งในลักษณะอยู่กับที่ หรือใช้ขับเคลื่อนไปตามแหล่งน้ำด้วยตัวเองก็ได้ แหล่งน้ำเสียบริเวณใดที่มีพลังงานไฟฟ้าเข้าถึง ย่อมใช้วิธีการติดตั้งอยู่กับที่ ขับส่งกำลังด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า แต่ถ้าแหล่งน้ำเสียใดไม่มีพลังงานไฟฟ้าเข้าถึง ย่อมสามารถดัดแปลงใช้เครื่องยนต์เป็นตัวขับเคลื่อนกำลังเคลื่อนที่แล่นไปตามลำน้ำด้วยตัวเอง พร้อมกันกับการเติมออกซิเจนลงไปในน้ำในลักษณะของการบำบัดน้ำเสียรูปแบบ Mobile Unit ใช้เจ้าหน้าที่เป็นผู้บังคับเครื่องจำนวน 1 คน (เหมือนนายท้ายเรือ) โดยปรับทิศทางให้เป็นไปตามต้องการ

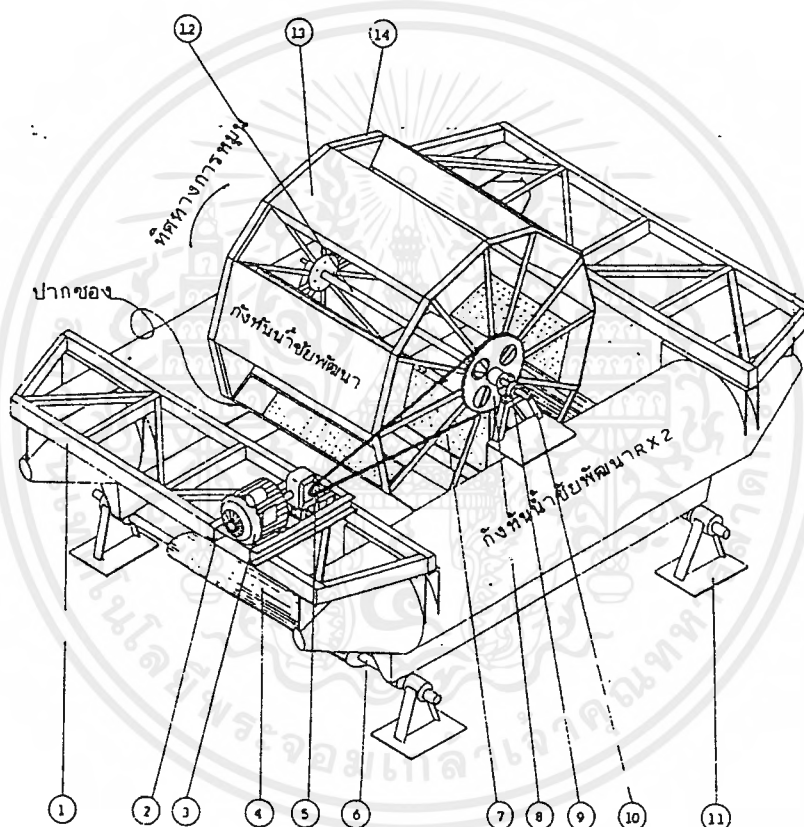
1.3 ประโยชน์ที่จะได้รับจากเครื่องกลเติมอากาศ

“กังหันน้ำชัยพัฒนา” สร้างขึ้นมาเพื่อช่วยพัฒนาระบบการเติมอากาศให้กับน้ำได้มีประสิทธิภาพสูง ทั้งนี้เพราะเครื่องเติมอากาศที่ขายอยู่ตามท้องตลาด ส่วนใหญ่เป็นของต่างประเทศที่มีราคาค่อนข้างสูง การติดตั้งใช้งานต้องใช้ผู้ที่มีความชำนาญเฉพาะด้าน ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพื่อการบำบัดน้ำเสียหรือเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำสูงตามไปด้วย ดังนั้นเครื่องเติมอากาศแบบ “กังหันน้ำชัยพัฒนา” ที่สร้างขึ้นเองแบบไทยทำ ไทยใช้ จึงเป็นอีกแนวทางเลือกหนึ่งเพื่อการตัดสินใจที่จะเลือกใช้เครื่องเติมอากาศ เพราะเครื่องเติมอากาศแบบนี้เป็นเครื่องเติมอากาศที่คนไทยคิดค้นและสร้างขึ้นเองประสิทธิภาพในการเติมอากาศลงในน้ำได้สูง การใช้งานง่าย สามารถบำรุงรักษาและซ่อมแซมได้เอง และสามารถนำไปปรับปรุงใช้งานกับพื้นที่ต่าง ๆ ได้ทุกสภาพปัจจุบันได้มีการนำไปติดตั้งใช้งานตามสถานที่ต่าง ๆ ทั้งส่วนราชการและเอกชนอย่างแพร่หลาย ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาประเทศได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม สามารถแก้ไขปัญหาน้ำเสียตามสถานที่ต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี นับว่าเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยบรรเทาปัญหาน้ำเสียที่กำลังวิกฤตอยู่ในปัจจุบัน

ให้ลดน้อยลง ซึ่งนอกจากจะเป็นการช่วยทำให้สภาพแวดล้อมดีแล้ว ยังช่วยประหยัดเงินตราบางส่วนมิให้รั่วไหลออกนอกประเทศ อีกทั้งยังสนับสนุนผลงานของวิศวกรชาวไทย เพื่อให้เกิดการศึกษา วิจัย และพัฒนากันต่อเนื่องอย่างเป็นระบบ อันจะเป็นผลดีต่อเศรษฐกิจ สังคม ความมั่นคง และการพัฒนาประเทศโดยส่วนรวม ส่งผลทำให้ประชาชนมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

ภาพที่ 133

แสดงกังหันน้ำชัยพัฒนา รูปแบบ A



7	โซ่ชนิดฟันคู่	14	โครงกังหันน้ำ
6	เพลา	13	ช่องตักน้ำ
5	จานโซ่ชนิดฟันคู่ 15 ฟัน	12	เพลากังหันน้ำ
4	ไฮโดรฟอย	11	ดินข้าง
3	มอเตอร์ ขนาด 1.5 KW., เกียร์ทด 1:5	10	ชาอรองรับลูกปืน
2	แท่นรองรับมอเตอร์	9	ลูกปืน เบอร์ SYB 108 L
1	คานยึดทุ่นลอย	8	จานโซ่ชนิดฟันคู่ 100 ฟัน
ลำดับ	รายการ		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 135

แสดงการใช้งานของกังหันชัยพัฒนาในการบำบัดน้ำเสีย



ขณะนี้ได้มีการประดิษฐ์เครื่องกลเติมอากาศ ซึ่งใช้บำบัดน้ำเสียในพื้นที่ต่าง ๆ ตามความเหมาะสมและอยู่ในระหว่างการศึกษา ทดลอง และวิจัย โดยกรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ดังนี้

2. เครื่องเติมอากาศระบบเป่าอากาศลงไปได้น้ำ และกระจายฟอง

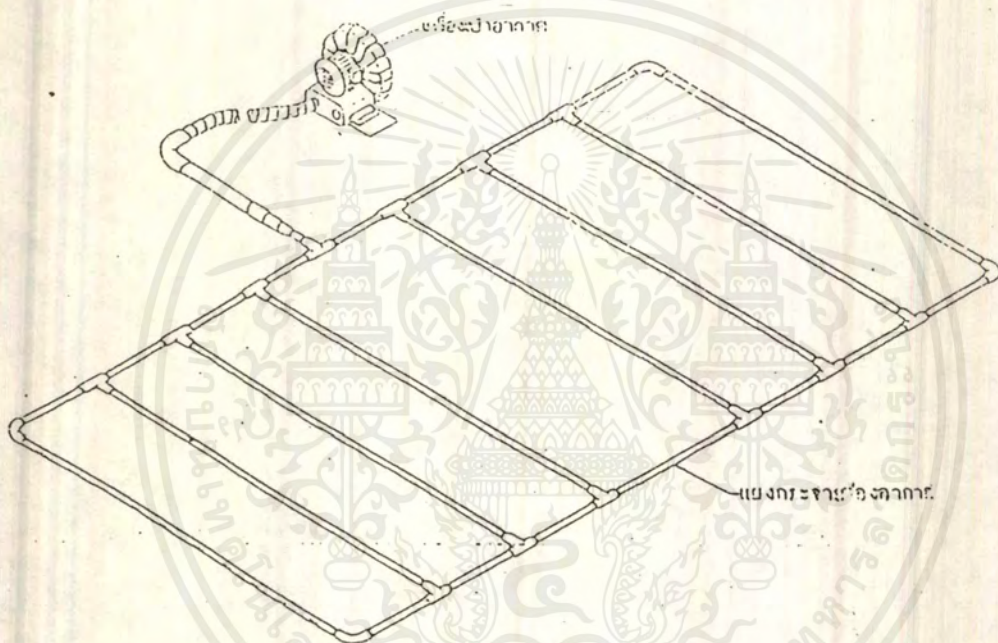
เป็นเครื่องกลเติมอากาศที่ออกแบบแผงท่อให้เติมอากาศให้กับน้ำเสีย ใช้วิธีอัดอากาศเข้าไปที่ท่อนำอากาศ แล้วแบ่งแยกออกไปกระจายตามท่อกระจายอากาศ ซึ่งเจาะรูเล็ก ๆ ไว้ ทั้งนี้รูเจาะได้ปลดปล่อยอากาศออกมาเติมให้กับน้ำเสีย ในขณะเดียวกันแรงดันของน้ำเสียเกิดการปั่นป่วน ส่งผลให้การเติมอากาศดีขึ้น ซึ่งทดสอบประสิทธิภาพในการถ่ายเทออกซิเจนแล้ว ได้เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับ 0.45 กิโลกรัม ของออกซิเจนต่อแรงม้าต่อชั่วโมง ขณะนี้ได้เลิกใช้แล้ว เนื่องจากประสิทธิภาพต่ำ และมีปัญหาการอุดตันของท่อกระจายฟองอากาศ

ภาพที่ 136

แสดงเครื่องกลเติมอากาศระบบเป่าอากาศลงไปได้น้ำและกระจายฟอง



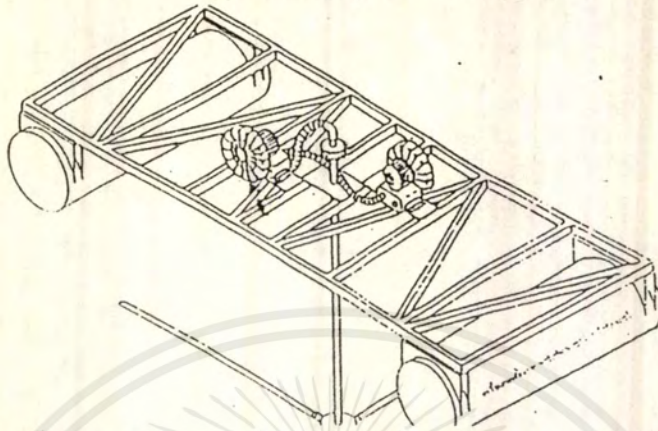
3. เครื่องกลเติมอากาศระบบเป่าหมุนได้น้ำ หรือ “ชัยพัฒนาซูเปอร์ฟองแอร์”

เป็นทุนลอย ใช้วิธีอัดอากาศลงไปได้น้ำแล้วแยกกระจายเป็น 8 ท่อตามแนวนอน ท่อกระจายฟองอากาศนี้จะหมุนเคลื่อนที่ได้โดยรอบ ทำให้การเติมอากาศเป็นไปอย่างทั่วถึง จากการทดสอบประสิทธิภาพในการถ่ายเทออกซิเจนได้เท่ากับ 0.75 กิโลกรัมของออกซิเจนต่อแรงม้าต่อชั่วโมง และได้นำไปทดลองใช้งานอยู่ที่วัดบวรนิเวศวิหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 137

แสดงชัยพัฒนาซูเปอร์ฟองแอร์

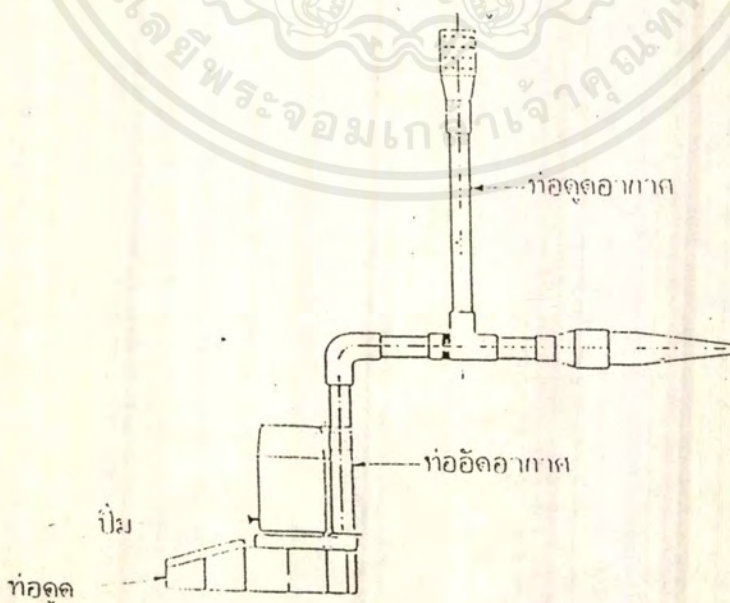


4. เครื่องกลเติมอากาศแรงดันน้ำ หรือ “ชัยพัฒนาเวนจูรี”

เป็นเครื่องที่ใช้ปั๊มแบบจุ่มหรือเรียกว่า ไคโวร์ เป็นตัวขับเคลื่อนน้ำให้ไหลออกไปตามท่อจ่ายน้ำ โดยที่ปลายท่อจะทำเป็นคอขวด เพื่อดูดอากาศจากข้างบนผสมกับน้ำที่อัดลงด้านล่าง เครื่องนี้ทดสอบประสิทธิภาพในการถ่ายเทออกซิเจนได้เท่ากับ 0.55 กิโลกรัมของออกซิเจนต่อแรงม้าต่อชั่วโมง ได้ติดตั้งใช้อยู่ที่กรมชลประทานปากเกร็ด นนทบุรี

ภาพที่ 138

แสดงชัยพัฒนาเวนจูรี



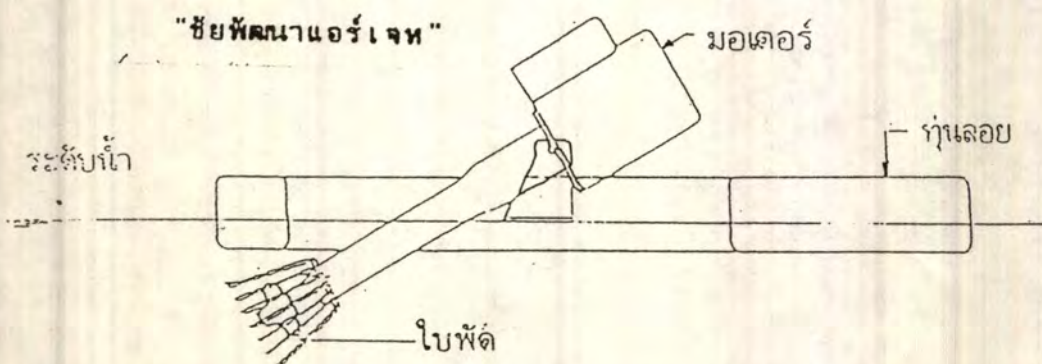
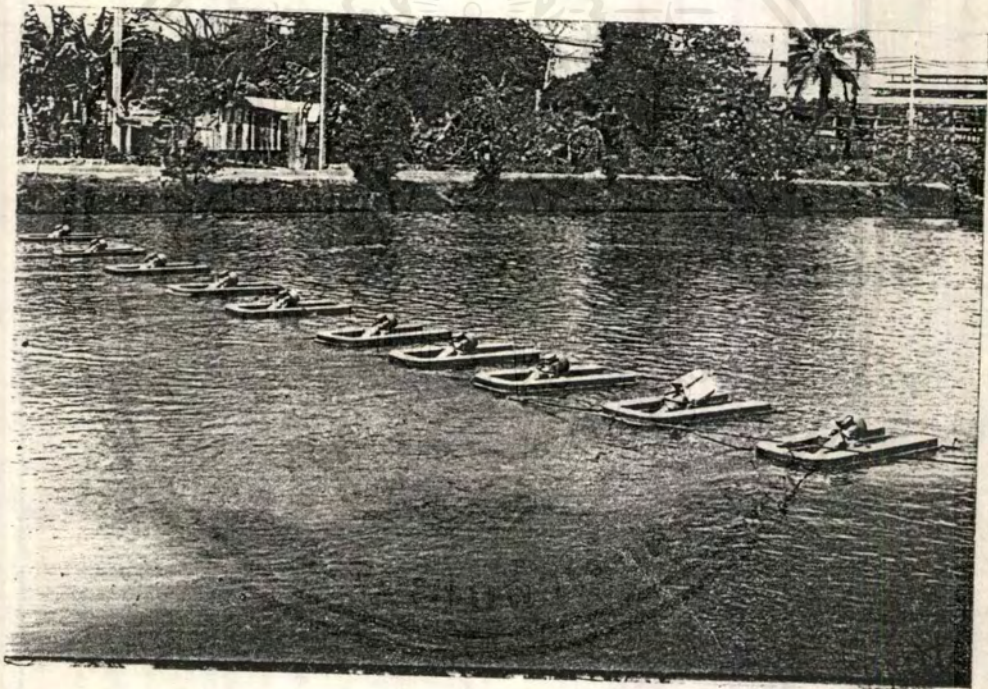
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เครื่องกลเติมอากาศแบบขับเคลื่อนน้ำร่วมกับการดึงอากาศจากภายนอกลงไป
ที่ได้ผิวน้ำ หรือ “ชัยพัฒนาแอร์เจท”

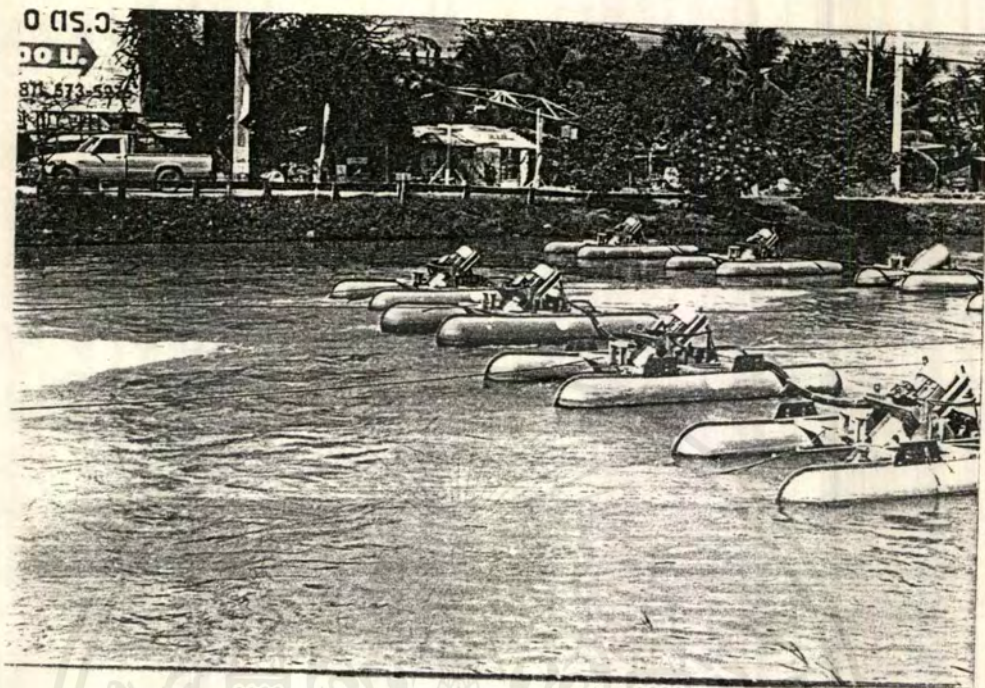
ใช้ใบพัดหมุนอยู่ใต้น้ำสำหรับขับเคลื่อนน้ำให้เกิดการปั่นป่วน และมีความเร็ว
สูงสามารถดึงอากาศจากด้านบนลงมาสัมผัสกับน้ำด้านล่างได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้มีการคิด
ตั้งใช้ที่วัดประยูรวงศาวาสวรวิหาร สถานสงเคราะห์บ้านบางแค เป็นต้น

ภาพที่ 139

แสดงชัยพัฒนาแอร์เจท



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

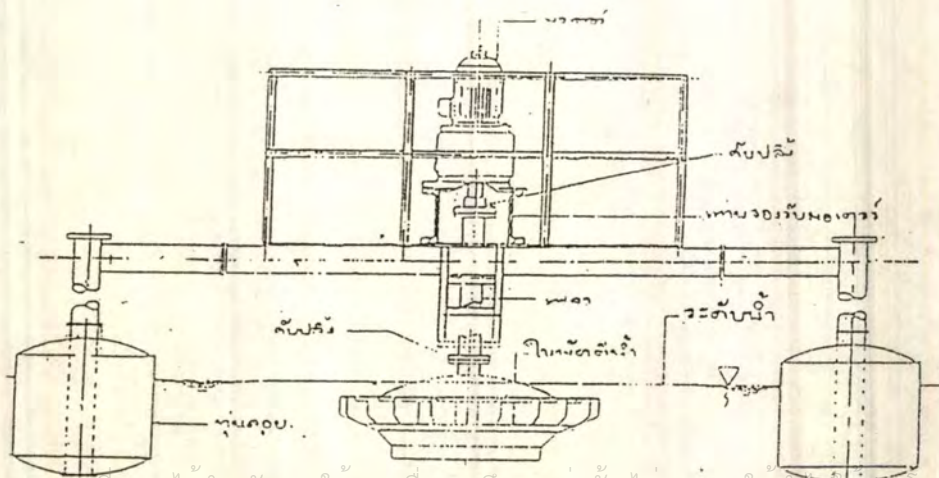


6. เครื่องกลเติมอากาศแบบตีน้ำสัมผัสอากาศ หรือ “เครื่องตีน้ำชั้พัฒนา”

จะใช้ใบพัดตีน้ำให้กระจายเป็นฝอย เพื่อให้น้ำสัมผัสกับอากาศด้านบน ขณะนี้
ได้มีการติดตั้งใช้อยู่ที่บึงมักกะสัน

ภาพที่ 140

แสดงเครื่องตีน้ำชั้พัฒนา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปตีประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 141

แสดงการใช้งานของเครื่องตักน้ำช่วยพัฒนา

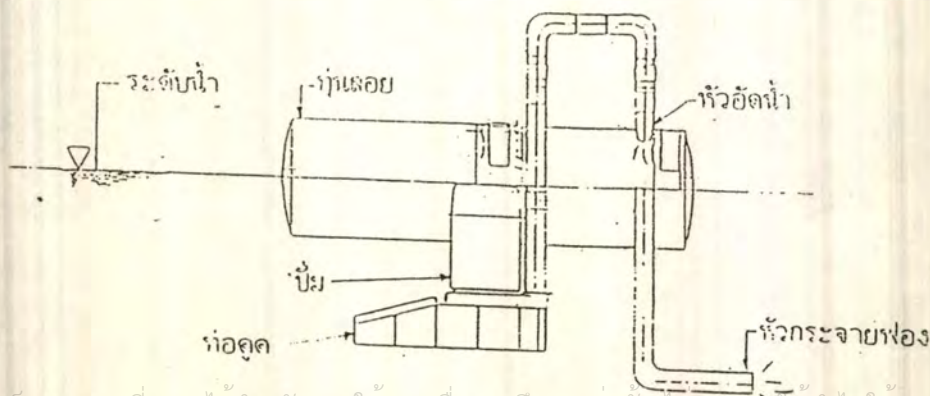


7. เครื่องกลเติมอากาศแบบจุดและอัดน้ำลงไปใต้ผิวน้ำ หรือ "ช่วยพัฒนาไฮโดร"

โดยใช้ปั๊มดูดน้ำจากข้างใต้น้ำขึ้นมาสัมผัสอากาศแล้วขับดันน้ำดังกล่าวลงสู่ใต้น้ำอีกครั้ง ซึ่งจะทำให้น้ำด้านล่างเกิดการปั่นป่วน (กำลังศึกษา ทดลอง และปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่อง)

ภาพที่ 142

แสดงช่วยพัฒนาไฮโดร



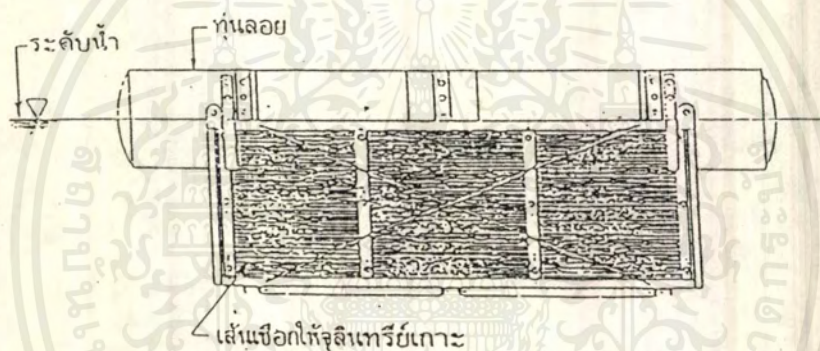
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. เครื่องจับเกาะจุลินทรีย์ หรือ “ช่วยพัฒนาไบโอ”

เป็นเครื่องที่ใช้ร่วมในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย โดยใช้เส้นเชือกเป็นวัสดุตัวกลางสำหรับให้จุลินทรีย์ใช้เป็นที่อยู่อาศัย เพื่อการย่อยสลายความสกปรกในน้ำเสีย (กำลังศึกษาทดลอง และปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่อง)

ภาพที่ 143

แสดงช่วยพัฒนาไบโอ



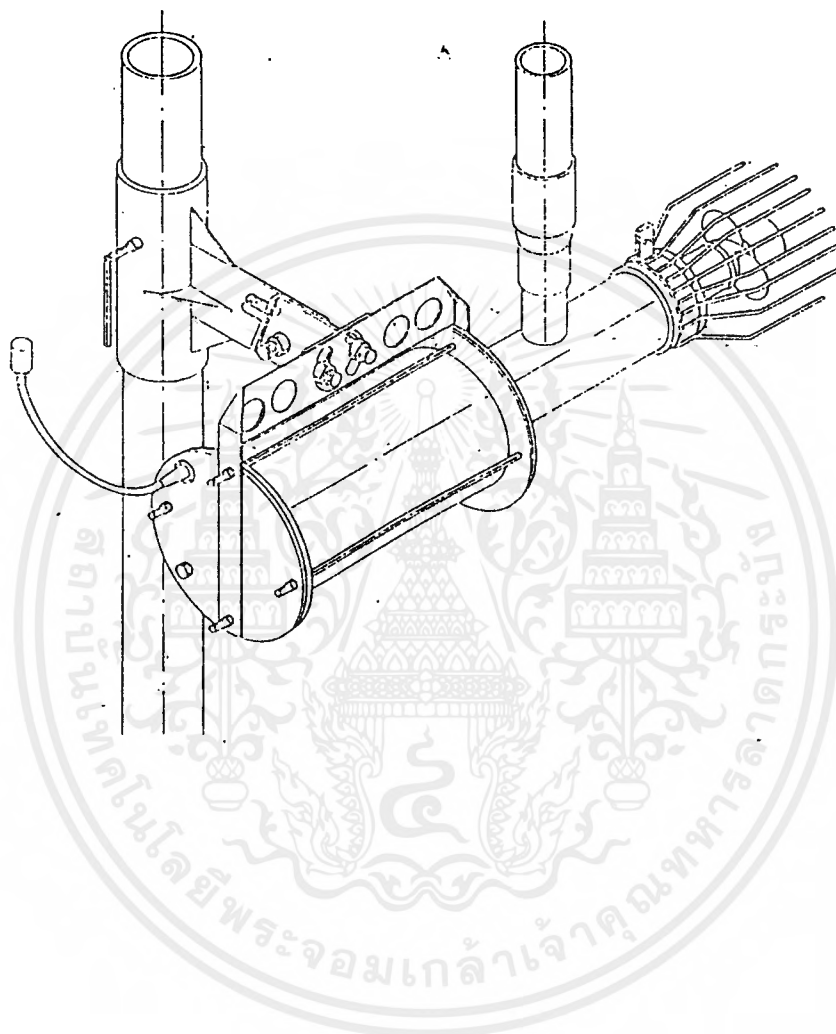
9. เครื่องกลเติมอากาศแบบขับเคลื่อนน้ำร่วมกับการดึงอากาศจากภายนอกลงไป ที่ได้ผิวน้ำ หรือ “ช่วยพัฒนาแอร์เจกได้น้ำ”

เป็นเครื่องที่จมอยู่ใต้น้ำทั้งหมด มีใบพัดหมุนสำหรับขับเคลื่อนน้ำให้เกิดการปั่นป่วนและมีความเร็วสูง สามารถดึงอากาศจากด้านบนลงมาสัมผัสกับน้ำด้านล่างได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้มีการติดตั้งใช้ที่วังสระปทุม และสถาบันแมคเคน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 144

แสดงชัยพัฒนาแอร์เจทได้นำ



10. เครื่องกลเติมอากาศแบบอัดผสม “ชัยพัฒนาคอมเพล็กซ์”

เป็นเครื่องที่ปั๊มแบบจุ่ม ร่วมกับเครื่องเป่าอากาศ โดยที่ปั๊มจะเป็นตัวขับเคลื่อนน้ำให้ไหลออกไปตามหัวจ่ายน้ำและที่บริเวณปลายหัวจ่ายน้ำ จะมีท่ออัดอากาศจากเครื่องเป่าอากาศต่อเชื่อมไว้ ซึ่งเมื่อเครื่องเป่าอากาศทำงาน จะทำให้อากาศสามารถอัดตัวผสมกับน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง และได้มีการติดตั้งใช้งานที่สถานสงเคราะห์สัตว์พิการ ปากเกร็ด นนทบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องกลเติมอากาศดังกล่าวได้เริ่มนำมาติดตั้งใช้งานกับระบบบำบัดน้ำเสียตามสถานที่ต่าง ๆ ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2532 และได้ทำการปรับปรุงตลอดมา เพื่อให้การดำเนินงานประสบผลสำเร็จ โดยมีเป้าหมายในการพัฒนาการบำบัดน้ำเสียให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ทั้งนี้ได้นั้นถึงประสิทธิภาพและความสะดวกในการใช้งาน โดยยึดหลักประหยัดค่าใช้จ่ายทั้งในด้านการก่อสร้าง การใช้งาน การบำรุงรักษา ตลอดจนมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ซึ่งขณะนี้สามารถดำเนินการได้ผลเป็นที่น่าพอใจแล้ว 3 แห่ง คือ ที่วัดบวรนิเวศน์วิหาร โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า และที่หนองสนม อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร ซึ่งสามารถทำให้น้ำใสสะอาดขึ้น ไม่ส่งกลิ่นเหม็นรบกวน ปริมาณออกซิเจนในน้ำเพิ่มขึ้น จนกระทั่งสัตว์น้ำ เช่น ปลา เต่า ตะพาบน้ำ สามารถอาศัยอยู่ได้อย่างปลอดภัย ตลอดจนบำบัดความสกปรกในรูปของมลสารต่าง ๆ ให้ลดต่ำลงได้ตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ปัจจุบันมีหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชนได้ร้องขอให้มูลนิธิช่วยพัฒนาเข้าไปช่วยเหลือในด้านการบำบัดน้ำเสียอย่างเร่งด่วน และมีจำนวนมาก ซึ่งทางมูลนิธิช่วยพัฒนา โดยกรมชลประทานได้ดำเนินการช่วยเหลือ และสนับสนุนตามคำร้องขอของหน่วยงานดังกล่าว ทั้งทางด้านวิชาการการออกแบบ การติดตั้ง การปรับปรุง ตลอดจนการตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียให้แก่หน่วยงานต่าง ๆ จนเป็นที่น่าพอใจ

เป็นที่น่าปลื้มปิติเป็นล้นพ้นแก่ปวงพสกนิกรชาวไทยทั้งมวล เมื่อเครื่องกลเติมอากาศทั้งผิวน้ำแบบหมุนช้า ที่รู้จักกันในชื่อ “กังหันน้ำชัยพัฒนา” นั้น ได้รับการพิจารณาและได้รับการทูลเกล้าฯ ถวายสิทธิบัตรในพระปรมาภิไธย เมื่อวันที่ 2 กรกฎาคม 2536 นับเป็นสิ่งประดิษฐ์เครื่องกลเติมอากาศเครื่องที่ 9 ของโลกที่ได้รับสิทธิบัตร และเป็นครั้งแรกที่ได้มีการรับจดทะเบียนและออกสิทธิบัตรให้แก่พระราชวงศ์ด้วย

ดังนั้น สิทธิบัตรเครื่องกลเติมอากาศในพระปรมาภิไธย พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว อันเป็น “สิทธิบัตรในพระปรมาภิไธย ของพระมหากษัตริย์พระองค์แรกในประวัติศาสตร์ชาติไทย และเป็นครั้งแรกของโลก” นี้ จึงเป็นสิ่งที่มิค่าหาที่เปรียบมิได้แก่ประชาชนและแผ่นดินไทย

การศึกษาลักษณะการเติมอากาศในน้ำต่าง ๆ

การเติมอากาศหรือออกซิเจนในน้ำด้วยเครื่องมือกลมีหลายวิธีด้วยกัน ซึ่งคุณสมบัติในการทำให้ปริมาณการละลายของออกซิเจนแตกต่างกันไป ได้แก่

1. การเติมอากาศโดยใช้กังหันวิดน้ำหรือตีนน้ำ ซึ่งปัจจุบันก็เป็นเครื่องเติมอากาศทั่วไปในบ่อปลาและกุ้ง ลักษณะการเติมอากาศเป็นการนำน้ำให้ลอยตัวขึ้นแตกกระจายเหนือผิวน้ำรวมตัวกับอากาศ โดยใช้กำลังจากมอเตอร์หมุนแกนที่ติดกับกังหันตีนน้ำให้กระจายขึ้นสู่อากาศ ลักษณะของกังหันจะมีเป็นชุด ๆ ชุดละประมาณ 6-8 ใบตี่
2. การเติมอากาศแบบหัวเป่าอากาศลงไปในน้ำ ใช้หลักการใบปักตีได้น้ำ ทำให้เกิดสุญญากาศภายในท่อทำให้ดูดอากาศจากด้านล่างผิวน้ำลงสู่หัวเป่าลงสู่ได้น้ำ เป็นการนำเอาอากาศสู่น้ำโดยตรง เช่น ชั้พัฒนาแอร์เจท หรือแอร์เจทได้น้ำ
3. การเติมอากาศแบบกังหันของตักน้ำ หลักการคล้ายกับแบบที่ 1 เพียงแต่ต่างกันตรงที่การตีน้ำเป็นการชอนน้ำหรือตักน้ำขึ้น โดยตัวกังหันเป็นลักษณะตัวของตักน้ำ 6-8 ตัว มีลักษณะเป็นกล่องรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเจาะรูด้านข้างของกล่อง เมื่อชอนน้ำขึ้น น้ำจะไหลออกทางรูที่เจาะลงมาสู่ผิวน้ำ ทำให้เกิดการรวมตัวกับอากาศ การแตกตัวของน้ำมีน้อยกว่าแต่ได้ปริมาณน้ำมาก
4. การเติมอากาศแบบใบพัดหมุนตีผิวน้ำ ใช้ลักษณะใบพัดตีน้ำหมุนในแนวแกนที่ส่งมาจากมอเตอร์ ตีที่บริเวณผิวน้ำให้น้ำกระจายขึ้นเป็นฝอยเป็นวง ใบพัดมีลักษณะเป็นรูปวงกลมแบนมีคิลิบนี้นำติดอยู่รอบวงกลม เช่น เครื่องตีน้ำชั้พัฒนา

ตารางที่ 33

การวิเคราะห์ การติดตั้งแผงโซลาเซลล์กับระบบการทำงาน

หัวข้อที่นำมาพิจารณา

- 1. แยกติดตั้งบนฝั่ง
- 2. รวมเป็นตัวเดียวกัน

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	การดูแลรักษา	4	2
2	สะดวกต่อการขนย้ายติดตั้ง	2	4
3	สะดวกต่อการผลิต	2	3
4	ประหยัดเนื้อที่การทำงาน	1	3
5	ต้นทุนการผลิตต่ำ	4	3
	รวม	13	15

จากตารางที่ 33 สรุป การติดตั้งแผงโซลาเซลล์กับระบบการทำงานที่เลือกใช้ คือ การรวมเป็นตัวเดียวกัน

ตารางที่ 34

การวิเคราะห์ การยึดเครื่องให้ลอยตัวอยู่กับบ่อ

หัวข้อที่นำมาพิจารณา

1. ยึดโดยค้ำเชิงเอียง
2. ยึดโดยปีกเสา
3. ยึดโดยทอดสมอ

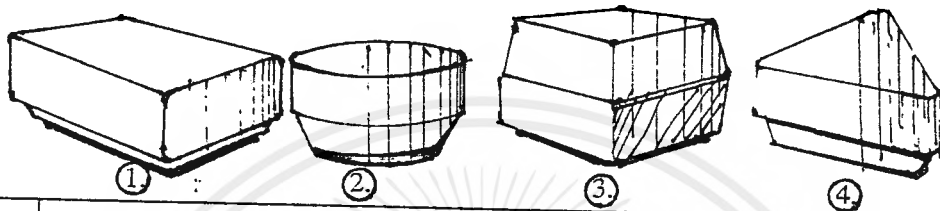
ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	แข็งแรงอยู่นิ่งได้ดี	4	4	3
2	สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย	4	3	3
3	ประหยัดเนื้อที่การทำงาน	2	4	4
4	ต้นทุนการผลิตต่ำ	4	4	1
5	สะดวกต่อการผลิต	3	3	2
	รวม	17	18	13

จากตารางที่ 34 สรุป การยึดเครื่องให้ลอยตัวอยู่กับบ่อที่เลือกใช้ คือ การปักเสา

ตารางที่ 35

การวิเคราะห์ รูปแบบของเครื่องเค็มออกซิเจนในน้ำ

หัวข้อที่นำมาพิจารณา



ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	การวางระบบได้ง่าย	4	2	4	1
2	การรับน้ำหนักได้ดี	4	3	3	1
3	ไม่โคลงเคลงได้ง่าย	4	3	4	3
4	กลมกลืนกับสถานที่ใช้	4	3	4	3
5	ผลิตง่าย	4	2	4	1
	รวม	(20)	13	19	9

จากตารางที่ 35 สรุป รูปแบบเครื่องเค็มออกซิเจนในน้ำที่เลือกคือ รูปแบบที่ 1 ลักษณะรูปกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ตารางที่ 36

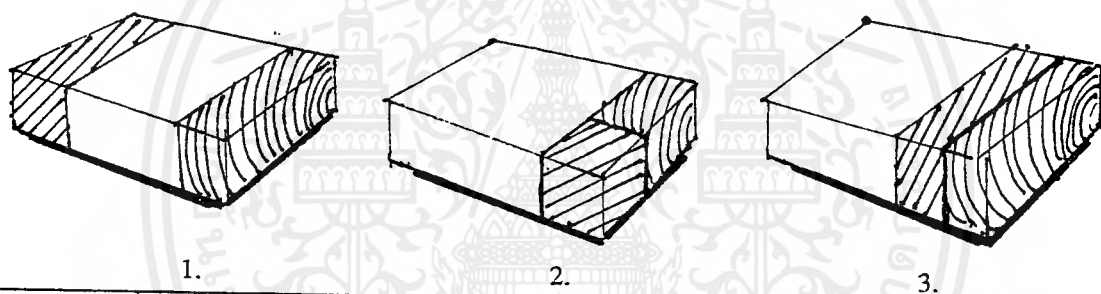
การวิเคราะห์ ตำแหน่งการทำงานของเครื่อง

หัวข้อที่นำมาพิจารณา

กำหนดให้

-  = ระบบป้อนอากาศ
 = ระบบสะสมพลังงาน
 = ระบบควบคุมการทำงาน

รูปแบบ



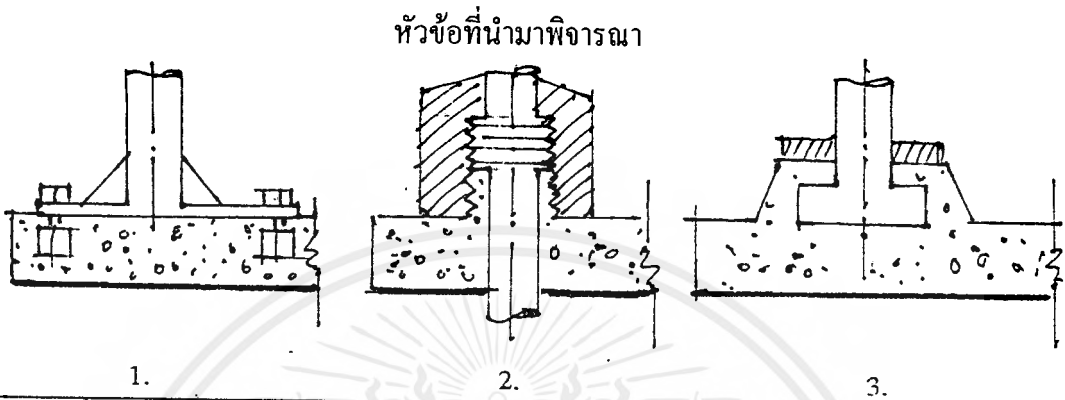
ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	สะดวกต่อการผลิต	3	4	4
2	ความต่อเนื่องของระบบ	2	3	4
3	ประหยัดพื้นที่ใช้สอย	2	4	3
4	การวางระบบทำได้ง่าย	4	3	4
5	ค่าใช้จ่ายในการผลิตน้อย	3	4	4
	รวม	14	18	19

จากตารางที่ 36 สรุป ตำแหน่งการทำงานของเครื่องที่เลือกใช้วางระบบป้อนอากาศ, ระบบสะสมพลังงาน และระบบควบคุมการทำงาน คือ รูปแบบที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 37

การวิเคราะห์ การยึดโครงสร้างรองรับแผงโซลาร์เซลล์กับตัวเครื่อง



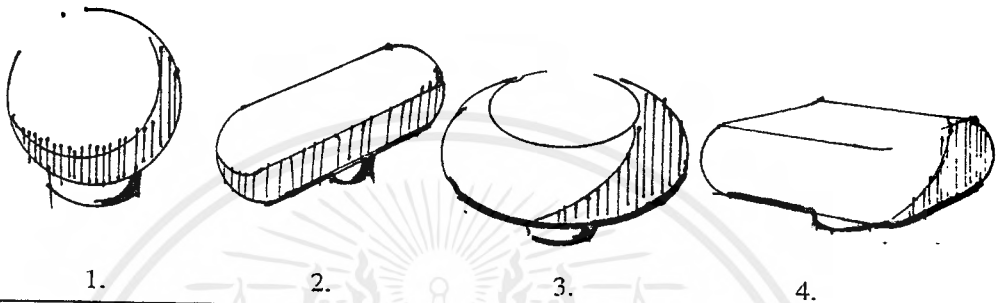
ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	แข็งแรงมั่นคง	2	4	3
2	ผลิตง่าย	4	2	3
3	สะดวกต่อการถอดซ่อมแซมเคลื่อนย้าย	2	4	3
4	ต้นทุนการผลิตต่ำ	4	2	3
5	เหมาะสมกับสภาพดินฟ้าอากาศ	2	4	3
รวม		14	16	15

จากตารางที่ 37 สรุป การยึดโครงสร้างรองรับแผงโซลาร์เซลล์กับตัวเครื่องที่เลือกใช้
คือ รูปแบบที่ 2

ตารางที่ 38

การวิเคราะห์ รูปแบบของหุ่นลอย

หัวข้อที่นำมาพิจารณา

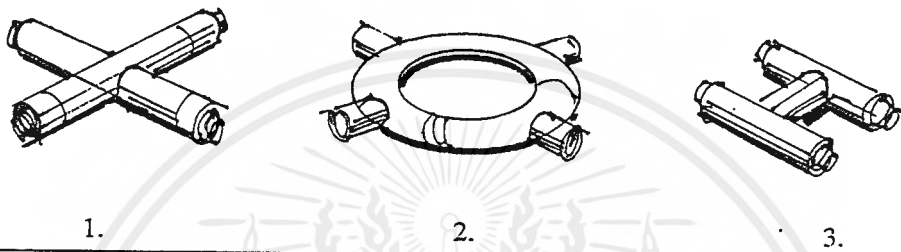


ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	การลอยตัวนิ่งได้ดี	3	4	4	4
2	ผลิตขึ้นรูปง่าย	4	4	3	3
3	แข็งแรง	3	3	4	4
4	เหมาะสมกับท่อแยกอากาศ	4	2	4	2
5	สวยงาม	4	4	4	4
	รวม	18	17	19	17

จากตารางที่ 38 สรุป รูปแบบของหุ่นลอยที่เลือกใช้ คือ รูปแบบที่ 3 ทรงกลมแบน

ตารางที่ 39
การวิเคราะห์ รูปแบบของท่อแยกอากาศ

หัวข้อที่นำมาพิจารณา



ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	การกระจายอากาศ	3	4	2
2	ความคล่องตัวของอากาศ	3	4	2
3	ผลิตง่าย	4	3	2
4	พื้นที่ปล่อยอากาศได้มาก	2	4	3
5	แข็งแรง	3	3	4
	รวม	15	18	13

จากตารางที่ 39 สรุป รูปแบบของท่อแยกอากาศที่เลือก คือ รูปแบบที่ 2

ตารางที่ 40

การวิเคราะห์ วัสดุใช้ทำโครงสร้างของเครื่อง

หัวข้อที่นำมาพิจารณา

- 1. พลาสติกโพลีเอทิลีน
- 2. ไฟเบอร์กลาส
- 3. โลหะแผ่น

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	แข็งแรง	1	3	4
2	ทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ	2	4	2
3	น้ำหนักเบา	4	2	2
4	ต้นทุนการผลิตต่ำ	4	3	3
5	ทำความสะอาดง่าย	4	4	2
	รวม	15	16	13

จากตารางที่ 40 สรุป วัสดุใช้ทำโครงสร้างของเครื่องที่เลือกใช้ คือ ไฟเบอร์กลาส

ตารางที่ 41

การวิเคราะห์ วัสดุใช้ทำโครงสร้างรองรับแผงโซลาเซลล์

หัวข้อที่นำมาพิจารณา

1. เหล็กฉาก
2. อลูมิเนียม
3. โลหะแผ่น

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความแข็งแรง	4	2	2
2	น้ำหนักเบา	2	4	3
3	ต้นทุนการผลิตต่ำ	3	4	3
4	ทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ	2	4	2
5	ทำความสะอาดง่าย	2	3	2
	รวม	13	17	12

จากตารางที่ 41 สรุป วัสดุใช้ทำโครงสร้างรองรับแผงโซลาเซลล์ที่เลือกใช้ คือ อลูมิเนียม

ตารางที่ 42

การวิเคราะห์ วัสดุใช้ทำท่อแยกอากาศ

หัวข้อที่นำมาพิจารณา

1. พลาสติก
2. เหล็กกลมกลวง
3. อลูมิเนียมกลมกลวง

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความแข็งแรง	2	4	2
2	ทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ	4	2	4
3	ต้นทุนการผลิตต่ำ	4	2	2
4	น้ำหนักเบา	3	1	4
5	ผลิตขึ้นรูปได้ง่าย	4	2	2
6	ทำความสะอาดง่าย	4	3	4
	รวม	21	14	18

จากตารางที่ 42 สรุป วัสดุใช้ทำท่อแยกอากาศที่เลือกใช้ คือ พลาสติก

ตารางที่ 43

การวิเคราะห์ วัสดุใช้ทำท่อส่งอากาศ

หัวข้อที่นำมาพิจารณา

- 1. พลาสติก
- 2. เหล็กกลมกลวง
- 3. อลูมิเนียมกลมกลวง

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความแข็งแรง	2	4	2
2	ทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ	4	2	4
3	ต้นทุนการผลิตต่ำ	4	2	2
4	น้ำหนักเบา	3	1	4
5	ผลิตขึ้นรูปได้ง่าย	4	2	2
	รวม	17	11	14

จากตารางที่ 43 สรุป วัสดุใช้ทำท่อส่งอากาศที่เลือกใช้ คือ พลาสติก

ตารางที่ 44
การวิเคราะห์ วัสดุใช้ทำหุ่นลอย

หัวข้อที่นำมาพิจารณา

1. พลาสติก โพลีเอททีลีน (Polyethylene)
2. พลาสติก AES
3. พลาสติก PVC (Polyvinylidene Chloride)
4. พลาสติก โพลีโพรพีลีน (Blypropylene)

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	เหมาะสมกับสภาพดินฟ้าอากาศ	4	4	3	3
2	ทนความร้อนและความชื้น	3	4	3	3
3	แข็งแรง ไม่เปราะง่าย	4	4	2	4
4	ราคาถูก/หน่วย	4	2	4	2
5	ขึ้นรูปด้วยวิธีการเป่าได้ดี	4	4	3	3
	รวม	19	18	15	15

จากตารางที่ 44 สรุป วัสดุใช้ทำหุ่นลอยที่เลือกใช้ คือ พลาสติก โพลีเอททีลีน (Polyethylene)

ตารางที่ 45

การวิเคราะห์ สวิตช์ที่ใช้กับเครื่อง

หัวข้อที่นำมาพิจารณา

1. แบบกด (Push Button Switch)
2. แบบโยก (Toggle Switch)
3. แบบเลื่อน (Slide Switch)
4. แบบหมุน (Rotary or Selector Switch)

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	อายุการใช้งานนาน	4	4	2	4
2	สะดวกต่อการเปิดไว้เป็นเวลานาน	4	4	4	4
3	ราคาถูก	3	4	2	2
4	ทนความชื้นได้ดี	4	2	1	3
5	มีขนาดเล็กไม่เปลืองเนื้อที่	3	3	2	2
	รวม	18	17	11	15

จากตารางที่ 45 สรุป สวิตช์ที่ใช้กับเครื่องที่เลือกใช้ คือ สวิตช์แบบกด (Push Button Switch)

ตารางที่ 46

การวิเคราะห์ สีที่ใช้กับเครื่องสีหลัก

หัวข้อที่นำมาพิจารณา

- 1. แดงแกมส้ม
- 2. เทา
- 3. เขียวอ่อน
- 4. ฟ้ำ

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	ทำความสะอาดได้ง่าย	4	4	2	3
2	เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมใช้งาน	2	2	4	4
3	ให้ความรู้สึกสะอาดอยู่เสมอ	4	3	4	4
4	มองเห็นชัดเจนระยะไกล	4	3	2	3
5	เหมาะกับงานการเกษตร	3	4	4	4
	รวม	17	16	16	18

จากตารางที่ 46 สรุป สีที่เลือกใช้กับเครื่องเป็นสีหลัก คือ สีฟ้า

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องเดิมออกซิเจนในน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ และได้วิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ เพื่อสรุปเป็นแนวทางสู่การออกแบบ ดังนี้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านระบบการเดิมออกซิเจน

1. ระบบการเดิมออกซิเจนที่ใช้เป็นระบบที่พัฒนา จากระบบการเดิมออกซิเจน โดยใช้ลูกยางอัดอากาศของปั๊มอากาศใช้ในตู้ปลาหรือบ่อเลี้ยงปลาขนาดเล็ก
2. ใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ชนิดซีชันท่อมอเตอร์ (D.C. Shunt Motor) ขนาด 0.5 แรงม้า
3. ใช้การปั๊มอากาศด้วยลูกยางปั๊มคล้ายตัวหนอนถูกดันและถูกดึงด้วยคันชักที่ต่อกับลูกเบี้ยว เพื่อหมุนแทนกับคันชัก ทำให้เกิดการอัดอากาศออกจากลูกยางปั๊ม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านระบบสะสมพลังงานและเปลี่ยนพลังงาน

1. แผงโซลาร์เซลล์ที่ใช้เป็นแบบ Single ขนาด 60 วัตต์ จำนวน 3 แผง
2. ใช้ระบบควบคุมไฟ คือ Diode ป้องกันกระแสไฟย้อนกลับ และควบคุมการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า
3. ใช้หม้อแปลงเพื่อเปลี่ยนกระแสให้สูงขึ้นแบบ D.C.
4. ใช้แบตเตอรี่แบบตะกั่ว-กรด 12 V. จำนวน 4 ลูก
5. ใช้สวิตช์ปิดเปิดเครื่องแบบกด และมีสวิตช์ทำงานอัตโนมัติ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านรูปแบบการเติมออกซิเจนลงสู่ น้ำ

1. ใช้ท่อพลาสติก PVC. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 cm. และ 2.5 cm.
2. ใช้ท่อพลาสติก PVC. เป็นท่อแยกอากาศแบบสี่ด้านมีหัววาวปิดเปิดให้อากาศออกได้ต่อกันด้วยระบบเกลียว

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านการติดตั้งเครื่อง

1. เป็นการติดตั้งเครื่องแบบการรวมเป็นตัวเดียวกันระหว่างแผงโซลาเซลล์ และระบบการเติมออกซิเจนในน้ำ
2. ทั้งหมดทุกระบบลอยตัวอยู่บนน้ำ เพื่อไม่สูญเสียพื้นที่การใช้งานและสะดวกในการเติมออกซิเจน
3. ยึดเครื่องให้ลอยอยู่บนน้ำให้แน่นด้วยการปักเสาลงกับตัวเครื่องลงสู่พื้นได้ น้ำ โดยสามารถเคลื่อนย้ายด้วยการดึงเชือกที่มีส่วนผูกอยู่กับเครื่อง

ผลการวิเคราะห์ตำแหน่งของส่วนต่าง ๆ

1. ส่วนของระบบการปั๊มอากาศใช้พื้นที่มากที่สุดอยู่ด้านซ้ายของเครื่อง 70% ของพื้นที่ทั้งหมด
2. ส่วนของระบบสะสมพลังงานอยู่ส่วนกลางโดยต่อเข้ากับระบบการปั๊มอากาศ และเชื่อมกับระบบควบคุมการทำงาน
3. ส่วนระบบควบคุมการทำงานอยู่ด้านขวาของเครื่องเพื่อสะดวกต่อการใช้งานของผู้ใช้ รวมถึงสวิทช์ปิดเปิด
4. ส่วนแผงโซลาเซลล์จะอยู่ด้านบนของเครื่อง เพื่อให้รับแสงแดดได้เต็มที่ อีกทั้งเป็นร่มให้กับเครื่องด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลวิเคราะห์ข้อมูลด้านระบบกลไกยึด

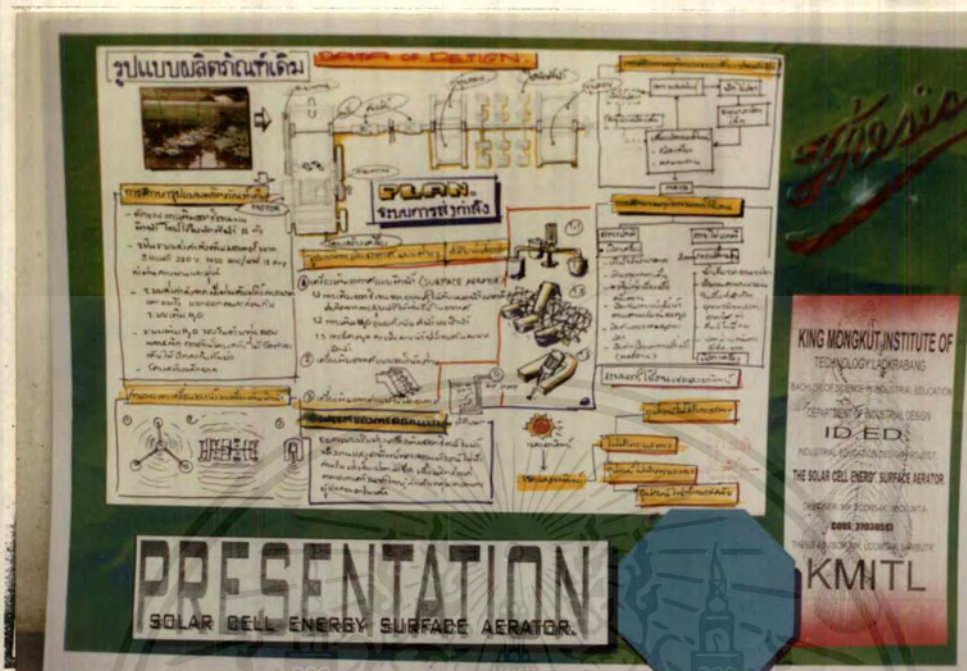
1. การยึด โครงสร้างรองรับแผงโซลาเซลล์กับตัวเครื่อง ใช้ระบบการยึดโดยใช้เกลียวยึดซึ่งทั้งส่วนตัวเครื่องและเสาจะมีเกลียวเพื่อยึดด้วยเกลียวครอบอีกชั้น เพื่อความแข็งแรง
2. การยึดของกรอบแผงโซลาเซลล์ที่ทำด้วยอลูมิเนียมยัดด้วยรีเวท
3. โครงสร้างฐานหรือตัวเครื่องยึดด้วยน๊อตกับส่วนอื่น ๆ
4. ส่วนท่อส่งอากาศที่อยู่กับตัวเครื่อง ใช้ลักษณะสอดเข้ากับตัวเครื่องที่มีรูรับท่อพอดีเพื่อความแข็งแรง

ผลวิเคราะห์วัสดุที่ใช้

1. โครงสร้างหลักของตัวเครื่องหรือตัวลอยน้ำผลิตจากไฟเบอร์กลาส ใช้กรรมวิธีการผลิตขึ้นรูปด้วยวิธีการฉีด (INJECTION MOLDING) หรือ RTM (RESSIN TRANSFER MOLDING) หรือ R/I (RESSIN INJECTION MOLDING)
2. ส่วนฝาครอบด้านบนจะเป็นพลาสติกชนิดโพลีเอททีลีน ซึ่งมีคุณสมบัติแข็งแรงเหมาะสมสภาพดินฟ้าอากาศ และราคาถูก ขึ้นรูปด้วยวิธีการฉีด
3. ตัวท่อนลอยเป็นพลาสติกโพลีเอททีลีนเหมาะสำหรับการขึ้นรูปด้วยวิธีการเป่าท่อแยกและท่อส่งอากาศเป็นพลาสติก PVC.
4. โครงสร้างรองรับและปรับแผงโซลาเซลล์เป็นเหล็กชุบด้วย (U) ทำให้แข็งแรง
5. ส่วนแผงใส่โซลาเซลล์เป็นอลูมิเนียมเพื่อให้มีน้ำหนักเบา

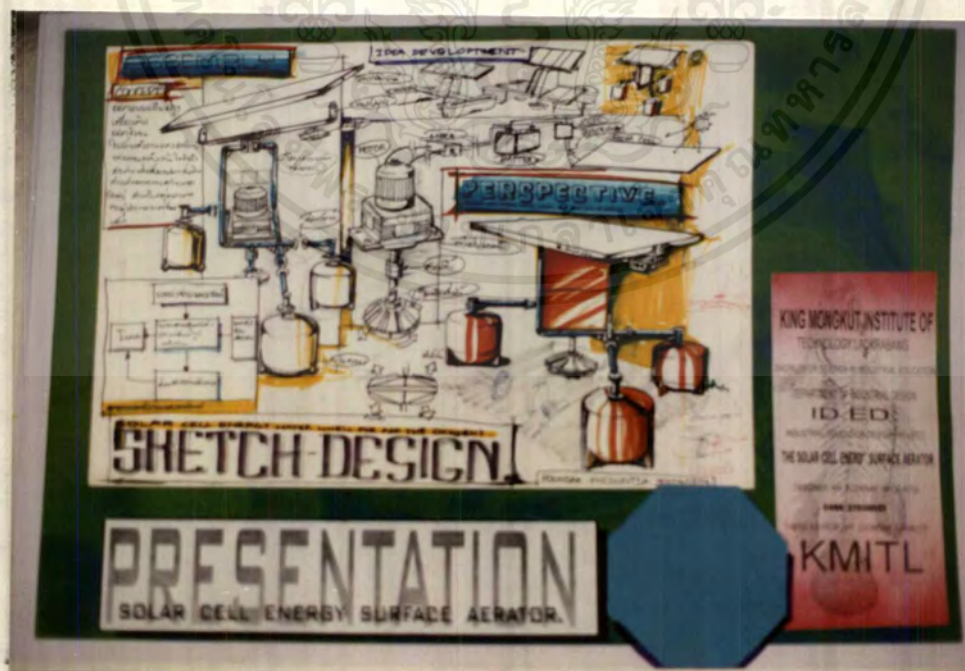
ภาพที่ 147

DATA OFF DESIGN



ภาพที่ 148

SKETCH DESIGN



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 149

SKETCH DESIGN

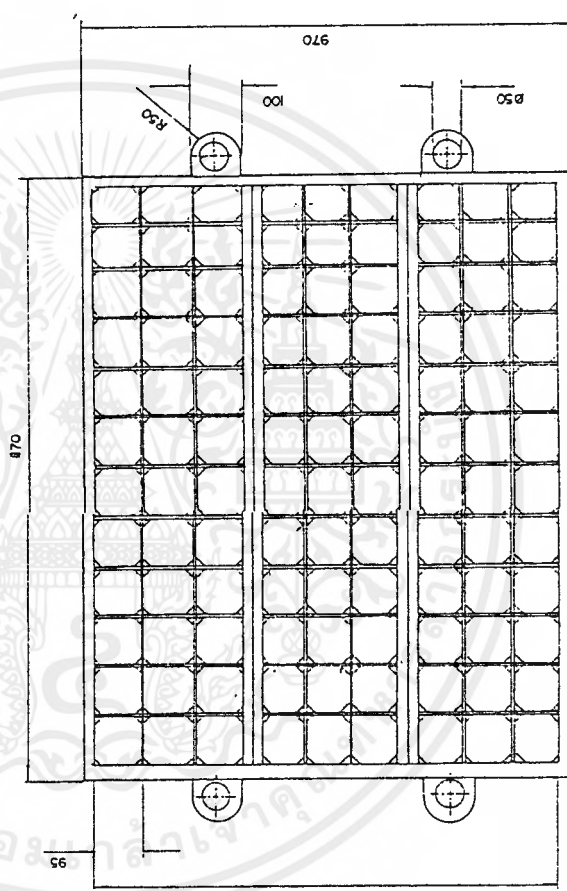
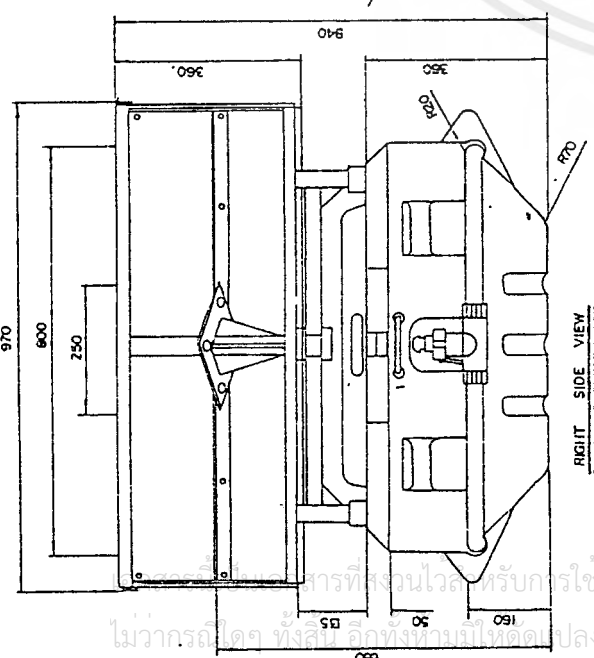
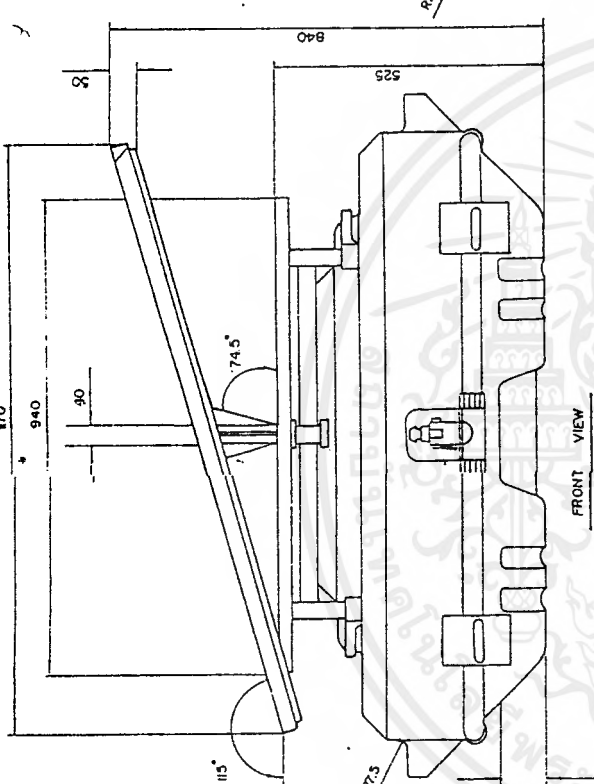
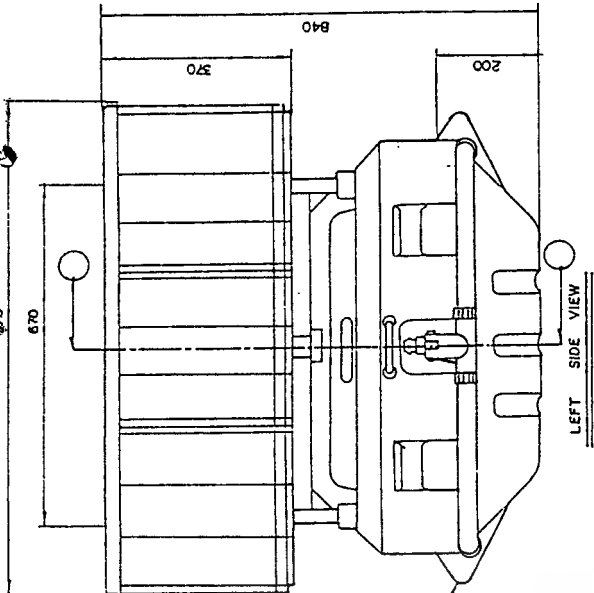


ภาพที่ 150

SKETCH DESIGN



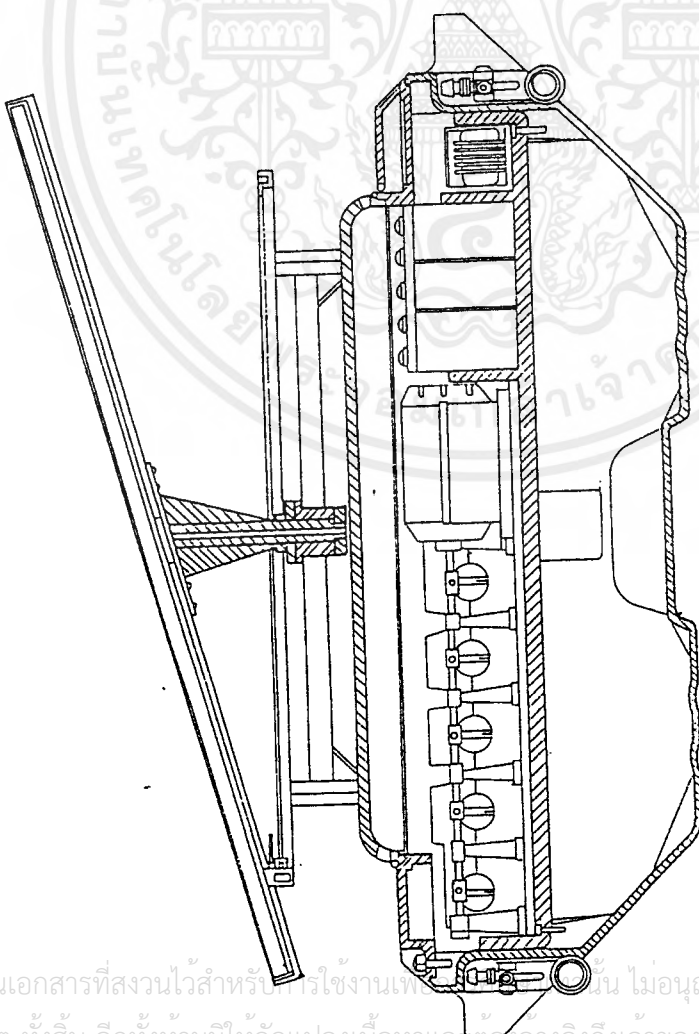
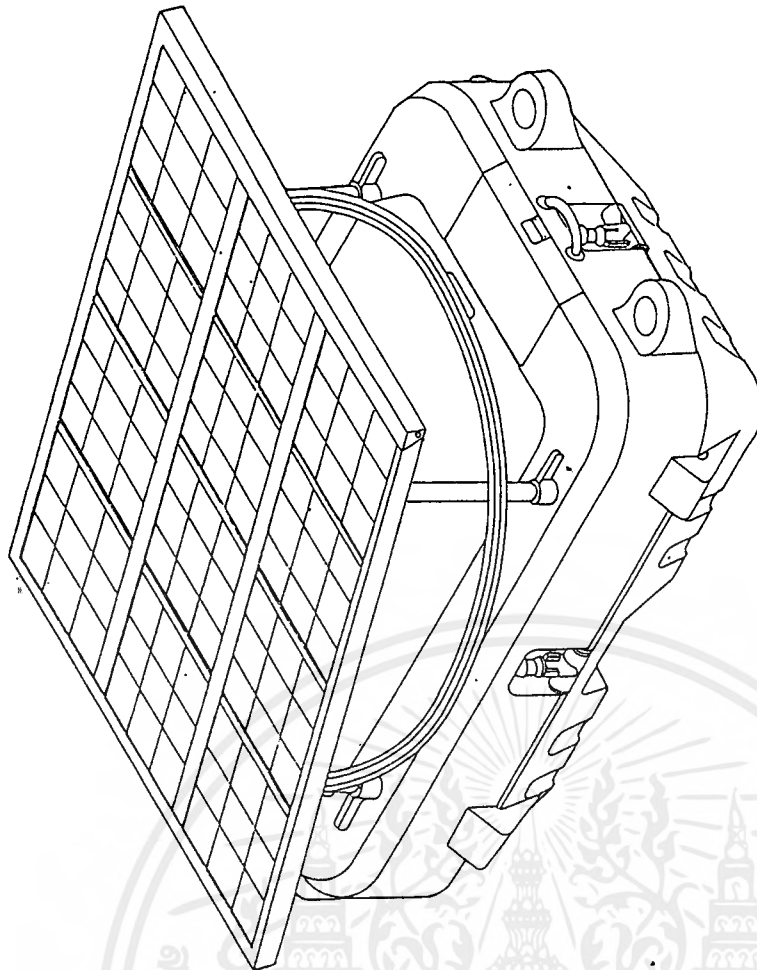
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



TOP VIEW

ว.ค.ป.	ชื่อ	เลขที่	รุ่นที่
นักศึกษา	นายอนุศักดิ์ วัฒนเทียม	37030513	ว.ค.ป.
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง			
ชื่องาน เครื่องเติมออกซิเจนในน้ำพลังแสงอาทิตย์			
ผู้ควบคุมโครงการ			
อ. ออมศักดิ์ ลาภบุตร			

S C A L E : 7.5
U N I T M M

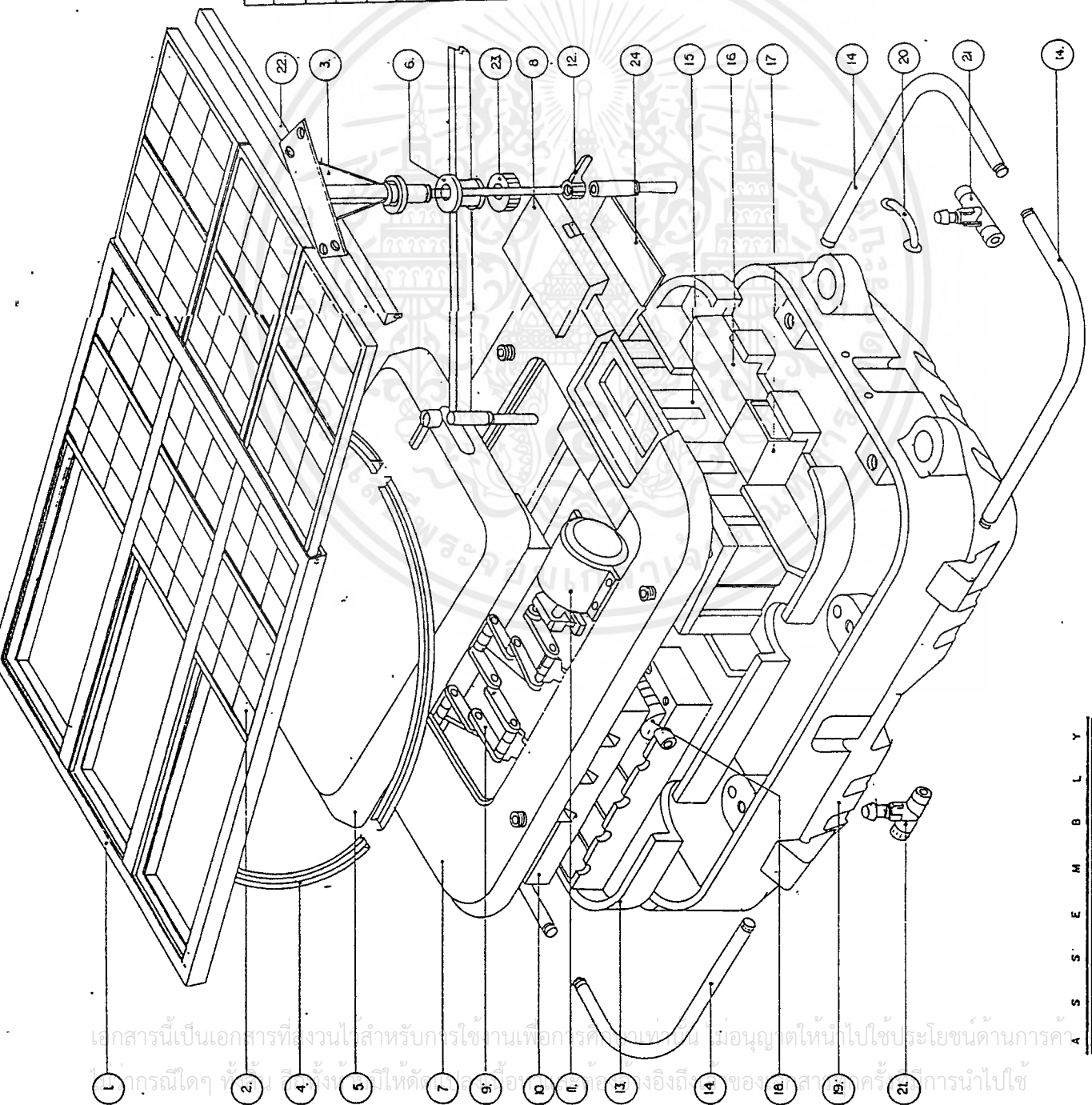


I S O M E T R I C

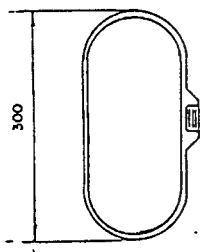
S E C T I O N A L V I E W

ว.ค.ป.	ชื่อ	เลขที่	แผ่นที่
ปัทมา	นายอนุชิต วัฒนศิริ	3703083	2.
วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี แผนกช่างกลโรงงาน อ. อุตสาหกรรม ส. วิชาช่าง			

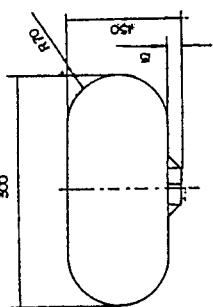
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



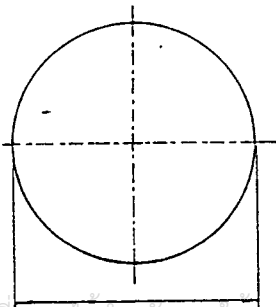
24.	1.	แสงวิทย	เหล็ก	วัสดุมาตรฐาน
23.	1.	ตัวลิ้นเบนหมุน	เหล็ก	
22.	1.	ฝาปิดแฉง	อลูมิเนียม	
21.	4.	ท่อแยกอากาศ	พลาสติก	
20.	2.	หมึกะเชือก	เหล็ก	
19.	1.	โครงสร้างฐาน	โพลีเอทิลีน	
18.	10.	ลูกยางปั๊ม	ยาง	
17.	1.	ชุดแปลงไฟ		วัสดุมาตรฐาน
16.	1.	ชุดควบคุมการทำงาน		
15.	4.	แบตเตอรี่		
14.	4.	ท่อส่งอากาศ	พลาสติก	
13.	1.	ฐานวางระบบ	" "	
12.	4.	ตัวลิ้นโครงสร้าง	เหล็ก	
11.	1.	บูตมอเตอร์		วัสดุมาตรฐาน
10.	2.	ฝาครอบบลูนาฬิกา	พลาสติก	
9.	1.	ชุดลิ้นยว	พลาสติก	วัสดุมาตรฐาน
8.	1.	ฝาปิดแฉงวงรี	" "	
7.	1.	ฝาครอบล่าง	" "	
6.	1.	โครงสร้างรองรับหมุน	เหล็ก	
5.	1.	ฝาครอบบน	พลาสติก	
4.	4.	รากับรับแฉง	เหล็ก	
3.	1.	แกนหมุนแฉง	" "	
2.	4.	แฉงีงฟ้า		วัสดุมาตรฐาน
1.	1.	โครงสร้างแม่เหล็กไฟฟ้า	อลูมิเนียม	
ลำดับ	จำนวน	รายการ	วัสดุ	หมายเหตุ
ว.ค.บ.		ชื่อ	สกุล	แผนที่
นักศึกษา		นายอนุสิทธิ์	วิเศษเกียรติ	3703033
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง		ชื่องาน เครื่องเค้นออกชิ้นงานปั๊มสังแสงอาทิตย์		
		ผู้ควบคุมโครงการ		
		อ. อุดมศักดิ์ วาจิบุตร		



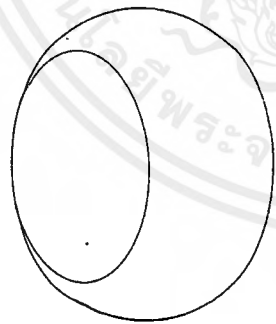
FRONT VIEW



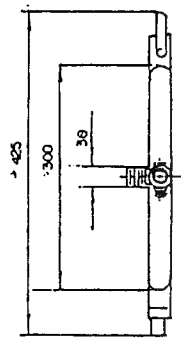
SECTION



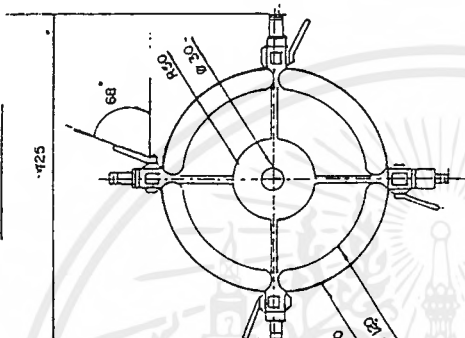
TOP VIEW



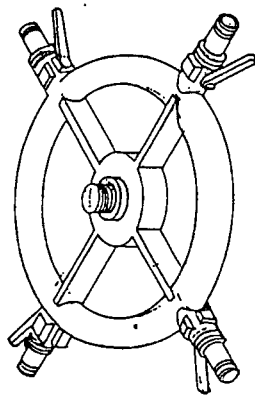
ISOMETRIC



FRONT VIEW



TOP VIEW

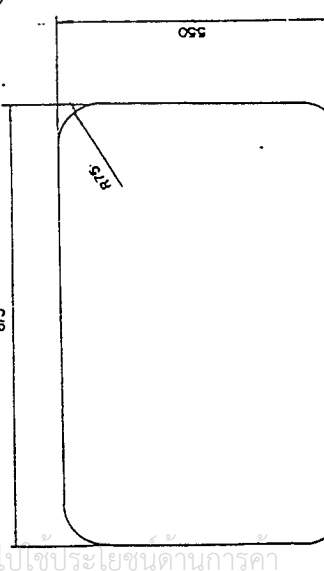
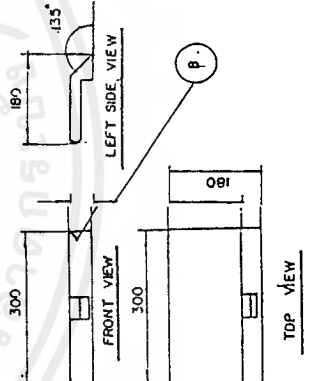
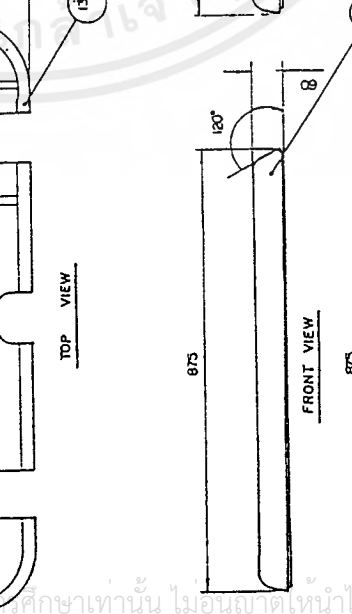
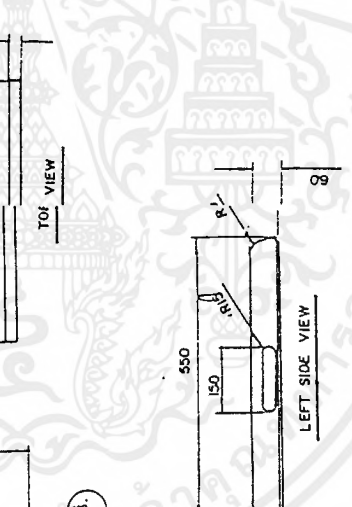
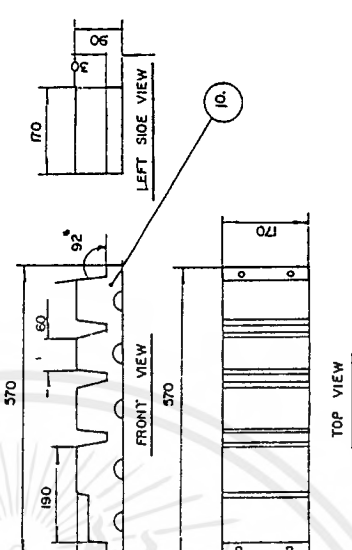


ISOMETRIC

S C A L E 1 : 5
U N I T M M

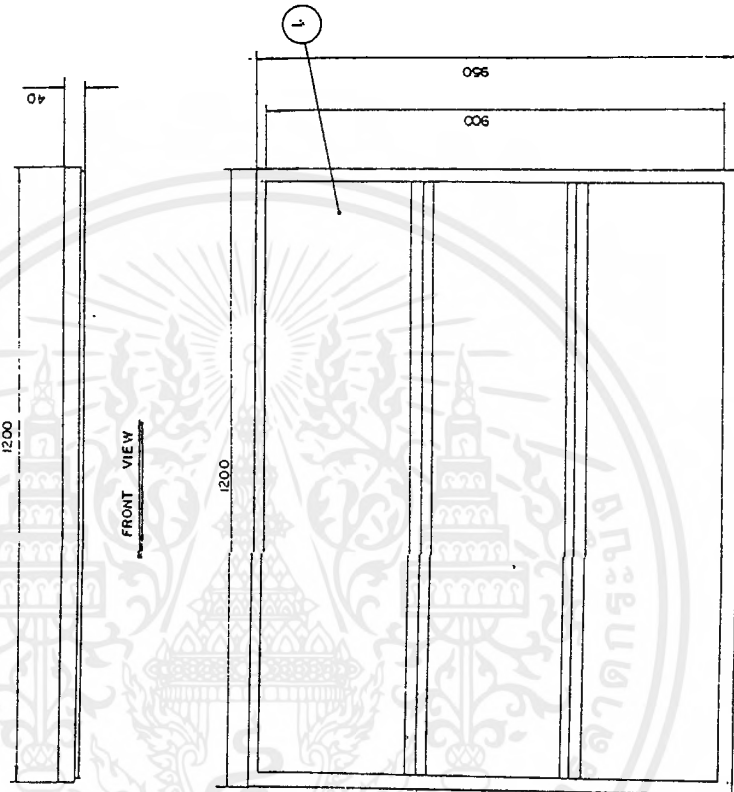
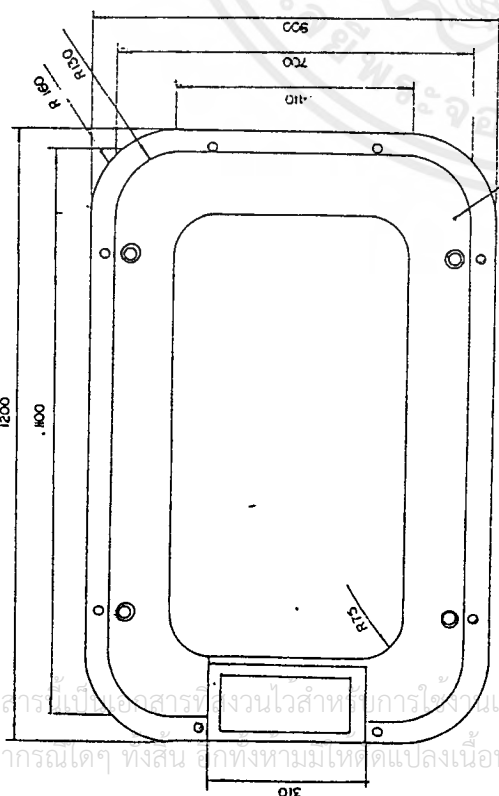
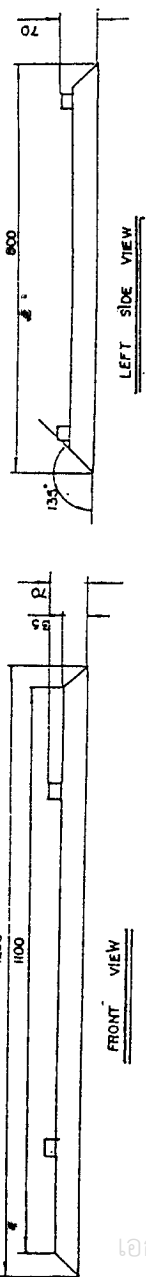
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว.ค.บ.		ชื่อ	สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	นายอนุศักดิ์	วิชา	วิศวกรรมเครื่องกล	37030313	4.
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	นางสาวสุวิมล	ชื่อ	นางสาวสุวิมล	ชื่อ	นางสาวสุวิมล
นางสาวสุวิมล	นางสาวสุวิมล	ชื่อ	นางสาวสุวิมล	ชื่อ	นางสาวสุวิมล



S	C	A	L	E	I	:	7.5
U	N	I	T	M	:	M	.

ว.ค.บ.		ชื่อ	สกุล	เลขที่	แผนที่
นักศึกษา	นายณณพงศ์	วชิระ		37030513	๕
สถาบันเทคโนโลยีพระจอม		ชื่องาน เครื่องคอมพิวเตอร์ในงานสิ่งแวดล้อมศึกษา			
เกล้าศึกษาคณะวารสาระ		ผู้ควบคุมโครงการ			
ป๋ง		อ. ชุตินันท์ ลาภานว			

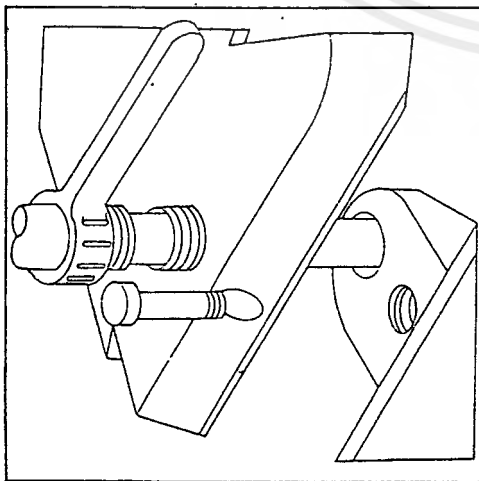


SCALE 1 : 7.5

U N I T M M

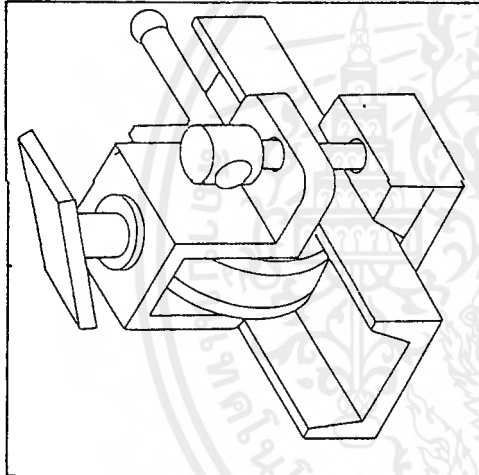
ว.ค.ป.	ชื่อ	สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	นายหุสภักดิ์	วัดสันติเยะ	37030513	7.
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ชื่องาน	เครื่องเคาะสัญญาณไฟฟ้าส่งแสงอาทิตย์	ผู้ควบคุมโครงการ	
ป๋อ	อ. อุดมศักดิ์	ลาจิบุตร	7/2	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่งานวิศวกรรมไฟฟ้าใช้ในการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ข้อมูลเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



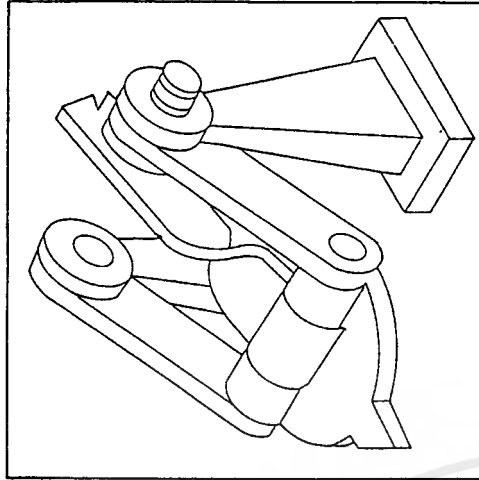
DETAIL . A .

แสดงการยึดของโครงรองรับกับ
ตัวเครื่อง



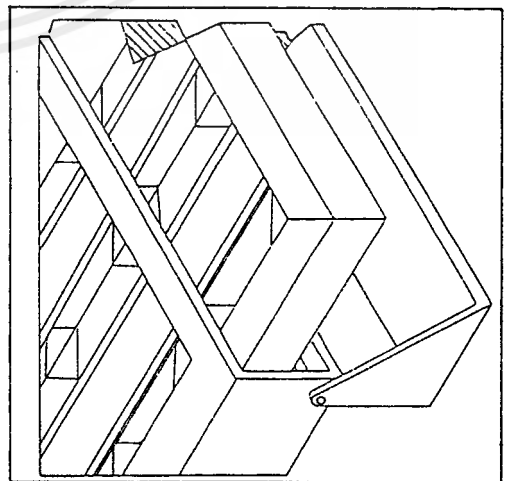
DETAIL . B .

แสดงการยึดของตัวรับคานของแม่ปั๊ม
กับรางรับแรง



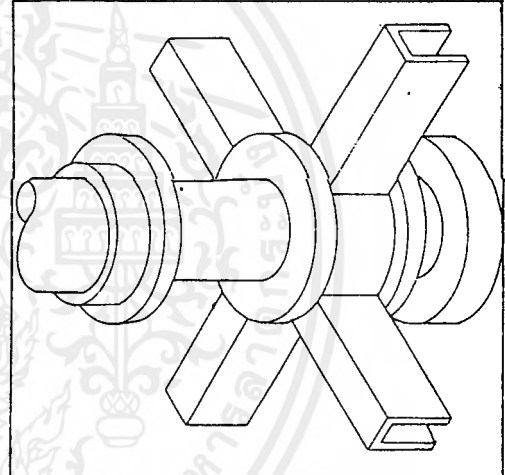
DETAIL . C .

แสดงส่วนลูกเบี้ยวที่ต่อกับกับปั๊มลูกยางนี้รวม



DETAIL . D .

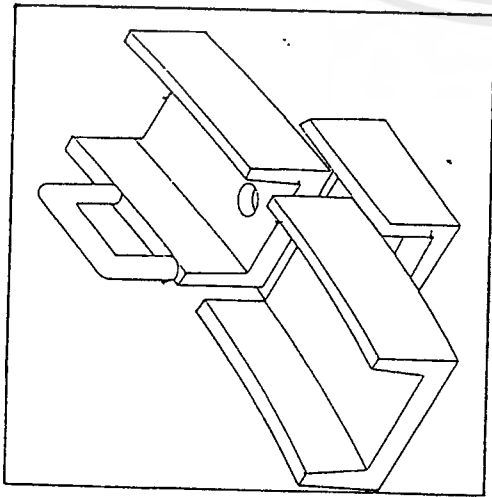
แสดงการใช้แม่เหล็กใส่เข้าที่โครงสร้างแนว



DETAIL . E .

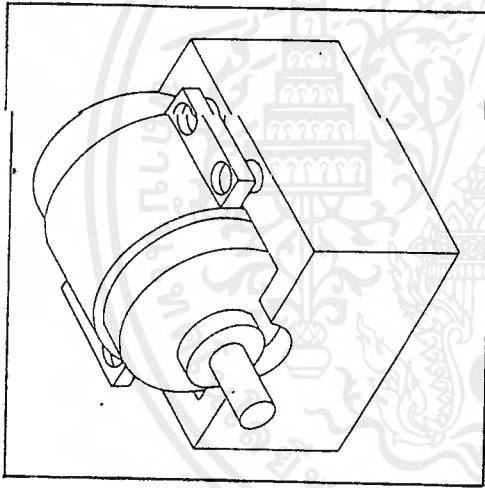
แสดงการรับประกอบของด้านแกนหมุนแนว
กับโครงสร้างของแกนหมุน

ว.ศ. ป.	15 / 1 / 38	ชื่อ	สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	นายหิวนันท์	วิเศษ	ทิม	3703033	8.
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง		ชื่องาน			
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล		เครื่องเค้นของชิ้นงานในน้ำพลังแสงอาทิตย์			
ปี		ผู้ควบคุมโครงการ			
		อ. อรรถสิทธิ์ สาริบุตร			



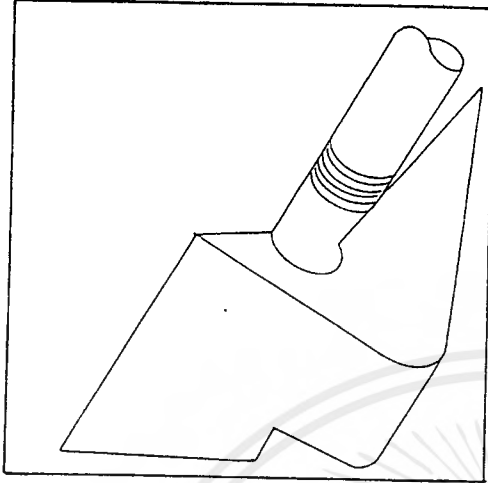
DETAIL. F.

แสดงการต่อข้อของขาปรับแรง



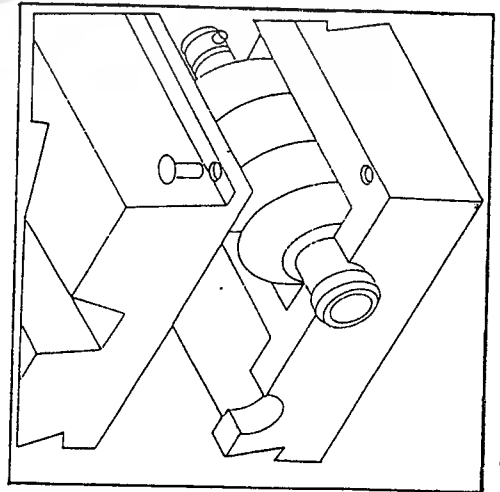
DETAIL. G.

แสดงการยึดมอเตอร์กับโครงสร้างหุ่นยนต์
อยู่กับฐานระบบ



DETAIL. H.

แสดงการยึดใส่ท่ออากาศกับโครงสร้างฐาน



DETAIL. I.

แสดงการประกอบของลำกับลูกยางโป๊ม
และฟัด

ว.ค.ป.	15/1/38	ชื่อ	จุล	เลขที่	แผนที่
นักศึกษา	นาย อนุศักดิ์	วิชา	วิชา	37030513	9.
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	เรียน วิชา				
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	เรียน วิชา				
ปี	เรียน วิชา				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 151

PRESENTATION (SKETCH DESIGN)



ภาพที่ 152

PRESENTATION (IDEA DEVELOPMENT)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 153

PRESENTATION (ELEVATION)



ภาพที่ 154

PRESENTATION (PERSPECTIVE)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

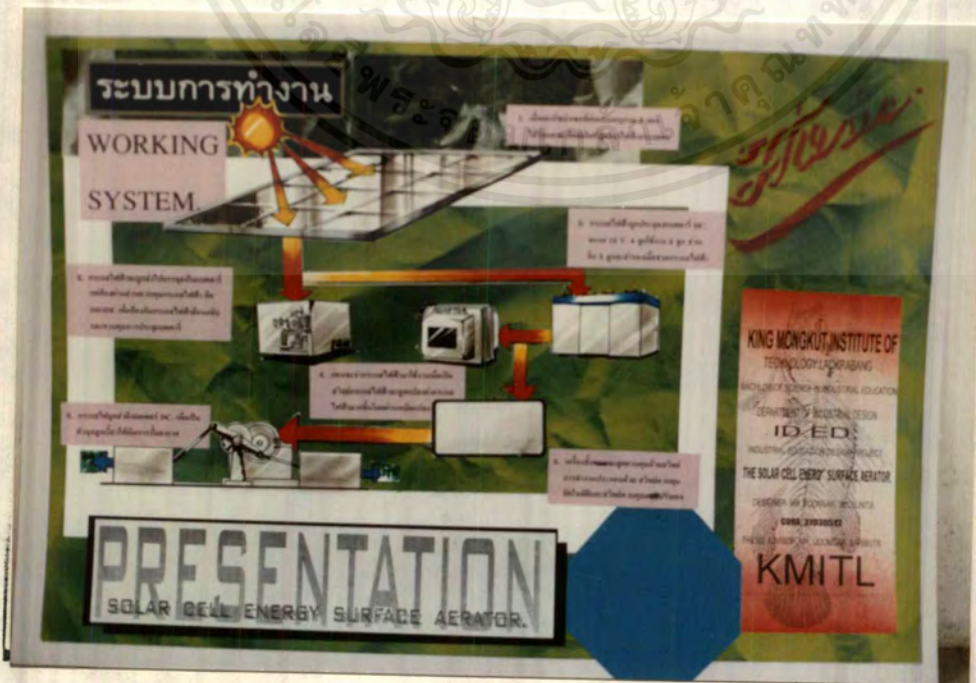
ภาพที่ 153

PRESENTATION (SECTION OF WORKING SYTEM)



ภาพที่ 156

PRESENTATION (ระบบการทำงาน)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 157

PRESENTATION (DETAIL)



ภาพที่ 158

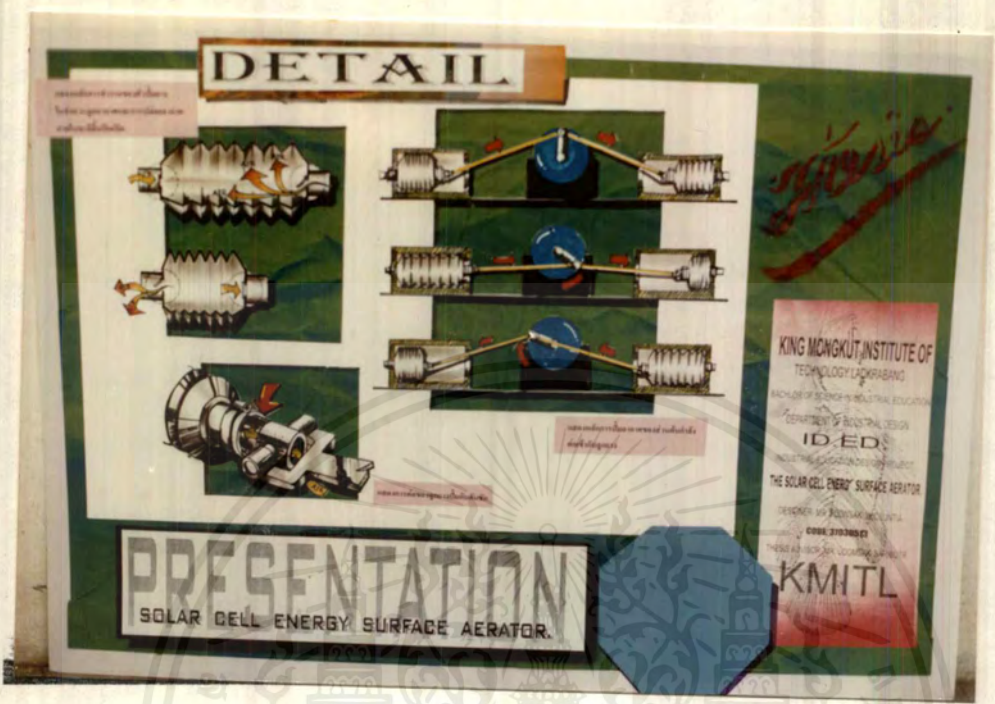
PRESENTATION (AIRPUMP SYSTEM)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 159

PRESENTATION (DETAIL)



ภาพที่ 160

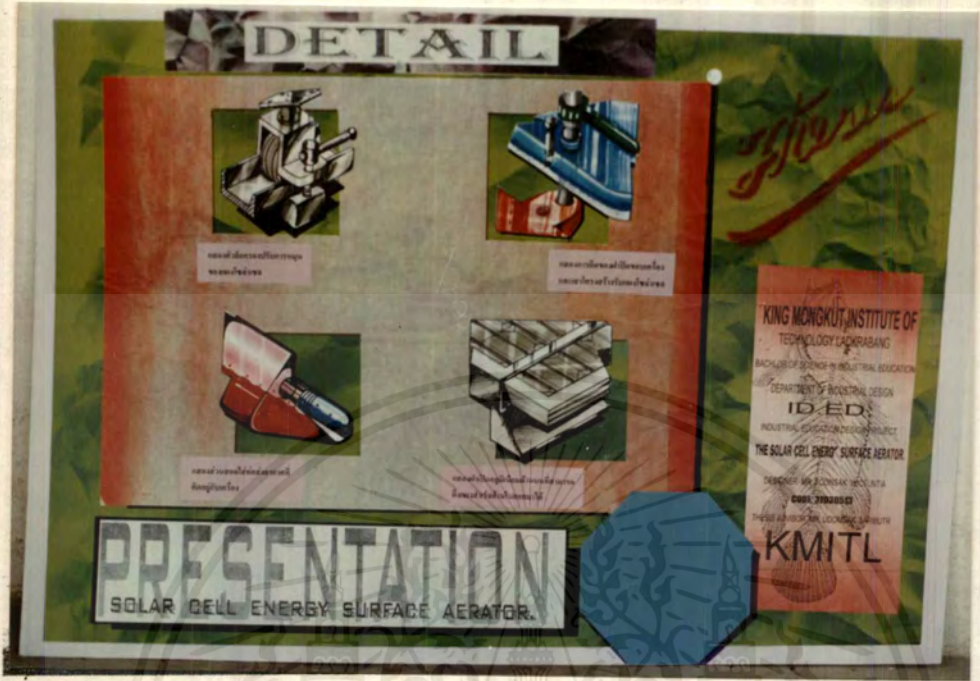
PRESENTATION (DETAIL)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 161

PRESENTATION (DETAIL)



ภาพที่ 162

PRESENTATION (DETAIL)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 163

PRESENTATION (DESIGN)



ภาพที่ 164

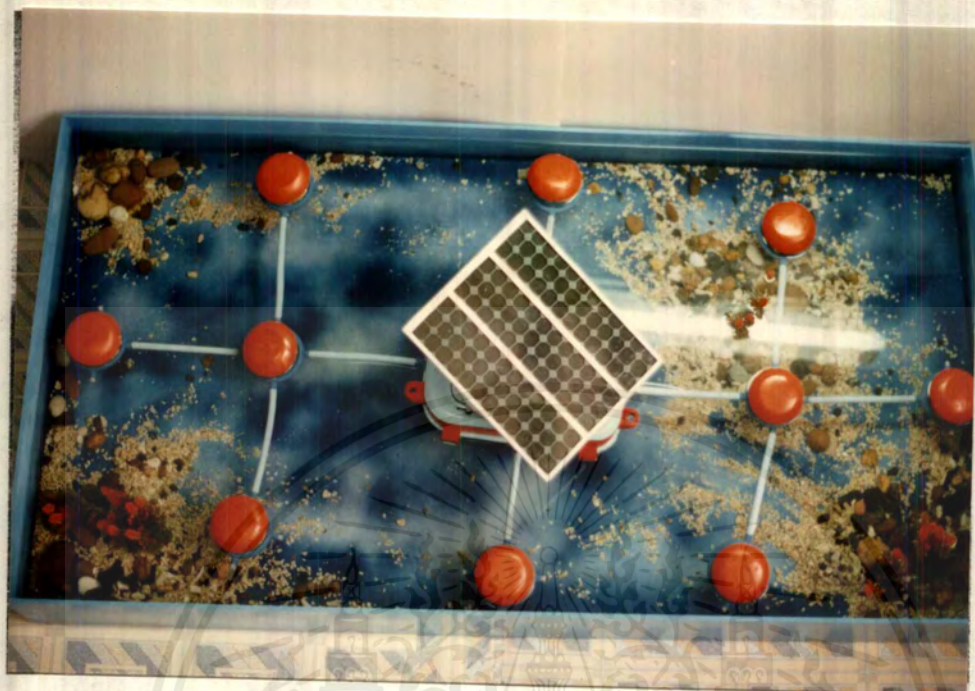
MODEL



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 165

MODEL



ภาพที่ 166

MODEL



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลงานวิทยานิพนธ์

จากการที่ผู้วิจัยได้ติดตามปัญหาเกี่ยวกับ “โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องเดิม ออกซิเจนในน้ำปลังงานแสงอาทิตย์” ทำให้ผู้วิจัยได้เห็นปัญหาในการออกแบบหลายประการ และเมื่อเดินตามแนวทางการค้นคว้าจนมาถึงจุดนี้แล้ว ผู้วิจัยสามารถสรุปผลการวิจัยได้คือ

การออกแบบปรับปรุงเครื่องเดิมออกซิเจนในน้ำใช้ปลังงานแสงอาทิตย์ไว้ในบ่อ เลี้ยงปลาน้ำจืด สำหรับกลุ่มเกษตรกรผู้ประกอบการเลี้ยงปลาเป็นอาชีพหลัก จะสามารถช่วย ปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องมือกลทางภาคเกษตรหรือการประมงน้ำจืด กล่าวคือ ช่วยทำให้ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นในบ่อปลา อีกทั้งยังส่งผลต่อปลาที่เลี้ยง คือ ช่วยให้ ปลารอดขณะที่มีออกซิเจน (oxygen stratification) และตามอุณหภูมิของน้ำ ถ้ามีการแบ่งชั้นน้ำดัง กล่าว การขาดแคลนออกซิเจนมีโอกาสเกิดได้มาก ช่วยเติมออกซิเจนให้กับน้ำบาดาล (น้ำใต้ดิน) ในบางพื้นที่ที่ใช้เลี้ยงปลา การเติมอากาศอย่างต่อเนื่องหรือเป็นครั้งคราวช่วยเพิ่มผลผลิตให้กับบ่อ ปลาได้ ช่วยลดการถ่ายเปลี่ยนน้ำบ่อย อีกทั้งยังช่วยลดปัญหาการขาดแคลนน้ำในพื้นที่ที่แห้งแล้งมี น้ำน้อย และที่สำคัญคือ การช่วยลดพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานที่มีอยู่ในปัจจุบัน ผลกำไรอาจ ยังไม่เห็นในระยะสั้นเพราะ ต้นทุนการผลิตเครื่องมือดังกล่าวอาจสูง แต่หากมองกันในระยะยาว มีความคุ้มค่ามากกว่า เพราะเป็นแหล่งพลังงานธรรมชาติสิ่งเดียวที่ไม่มีอันขาดแคลน คือ พลังงาน แสงอาทิตย์สำหรับประเทศไทย มีความเหมาะสมอย่างยิ่ง

ข้อเสนอแนะผู้วิจัย

เนื่องจากโครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องเดิมออกซิเจนในน้ำดังกล่าว ยังไม่เคยมี กลุ่มนักวิชาการหรือสถาบันใด ได้ทดลองทำกันจะมีก็เพียงแต่โครงการแต่ยังไม่เริ่มทดลอง ผู้วิจัย มีความสนใจในโครงการดังกล่าว จึงได้เสนอเป็นหัวข้อวิทยานิพนธ์ และหัวข้อจะออกไปในทาง วิทยาศาสตร์คือ การทดลองทำให้การวิจัยครั้งนี้ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากความยาก ลำบากในการหาอุปกรณ์ต่าง ๆ ประกอบกับราคาที่สูง อีกทั้งระยะเวลาอันสั้น เรื่องการเดินทาง

อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยได้อาศัยหลักการของข้อมูลต่าง ๆ ที่ค้นคว้ามาศึกษาความเป็นไปได้ ทั้งในด้านระบบประสิทธิภาพการเดิมออกซิเจนต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อสรุปมากที่สุด แต่อย่างไรก็ตามผู้วิจัยเชื่อว่าหากโครงการนี้ได้ศึกษาหรือมีผู้วิจัยต่อไปในอนาคต โครงการนี้ต้องประสบผลสำเร็จเป็นแน่



บรรณานุกรม

กลุ่มสถิติและสารสนเทศการประมง, สถิติผลผลิตการเลี้ยงสัตว์น้ำจืด ปี 2535. กรมประมง
กรุงเทพฯ, 2537.

เกษมชัย บุญเพ็ญ, พื้นฐานโลหะแผ่น. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ประกอบเมโทร, 2533.

กิตติ อินทรานนท์, การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกล. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ยูไนเต็ดท์บุคส์, 2529.

คณะกรรมการภูมิศาสตร์แห่งชาติ, เอกสารชุดภูมิศาสตร์ประเทศไทย เล่ม 1. กรุงเทพฯ :
โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิชย์, 2527.

ธงชัย ศิริประยุक्त, พลังงานแสงแดด. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์
อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สจล, 2528.

ฝ่ายเผยแพร่และพัฒนาสิ่งพิมพ์ กองส่งเสริมการประมง กรมประมง, การเลือกสถานที่ขุด
บ่อเลี้ยงปลา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด,
2538.

ฝ่ายเผยแพร่และพัฒนาสิ่งพิมพ์ กองส่งเสริมการประมง กรมประมง, ปลาที่เพาะเลี้ยงง่าย.
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, 2538.

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์, เอฟอาร์ที ไฟเบอร์กลาส. กรุงเทพฯ, 2537.

สุภชัย สุรินทร์วงศ์, เครื่องกลไฟฟ้า 1 และ 2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง. กรุงเทพฯ :
ทีพี ปรีนท์ จำกัด, 2533.

ศักดิ์ชัย ชูโชติ, การเลี้ยงปลาน้ำจืด. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2536.

สุพัฒน์ ราชณรงค์, ระบบพลังงานแสงอาทิตย์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง,
2530.

ประวัติผู้เขียน



ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้เขียน

นายพูนศักดิ์ วิกสันเทียะ

วันเดือนปีเกิด

วันที่ 31 กรกฎาคม พ.ศ. 2517

สถานที่เกิด

จังหวัดนครราชสีมา

วุฒิการศึกษา

ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) (ออกแบบ
ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม)

สถานที่สำเร็จการศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียง
เหนือ จ. นครราชสีมา

ประสบการณ์การทำงาน ฝึกงานบริษัท คีชั่นอท ราชเทวี กรุงเทพฯ

ที่อยู่ปัจจุบัน

82/109 หมู่บ้านอ่อนนุชนิเวศน์ 1 เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520