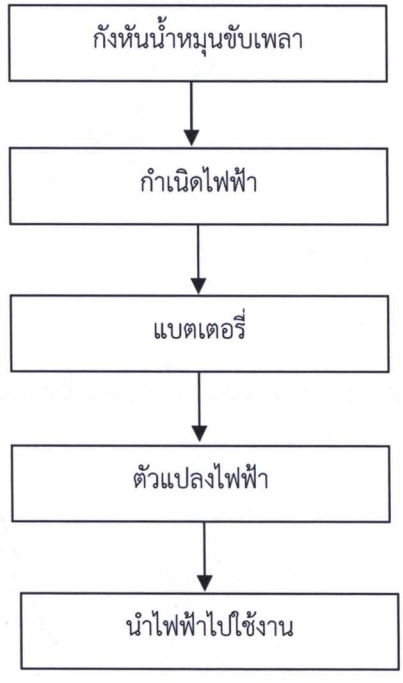
บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

บทนำ

ในบทนี้จะว่าด้วยเรื่องการสร้างกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าในส่วนต่างๆโดยนำวิชาหลายแขนง นำมาทำการออกแบบ คำนวณ และสร้างกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า ผู้วิจัยทำได้ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จึงสรุปแนวคิดของโครงการว่าจะสร้างอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าพลังงานทดแทน โดยอาศัยการไหลของกระแสน้ำตามธรรมชาติที่ ซึ่งสามารถพัดให้กังหันหมุนรอบตัวเองได้ ลักษณะของกังหันนี้จะเลือกใช้กังหันแบบหมุนขวางการไหล (Cross Flow) เพราะได้รอบที่สูงกว่ากังหันแบบหมุนตามแนวแกน (Axial Flow) โดยอาศัยกังหันน้ำนี้ส่งถ่ายกำลังผ่านเพลาที่มีการทดเฟืองไปที่ตัวกำเนิดไฟฟ้า (Dynamo) ผลิตเป็นกระแสไฟฟ้าแล้วนำเอากระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ไปเก็บไว้ในแบตเตอร์รี่ แล้วใช้อุปกรณ์แปลงกระแสไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสสลับ 220 โวลท์

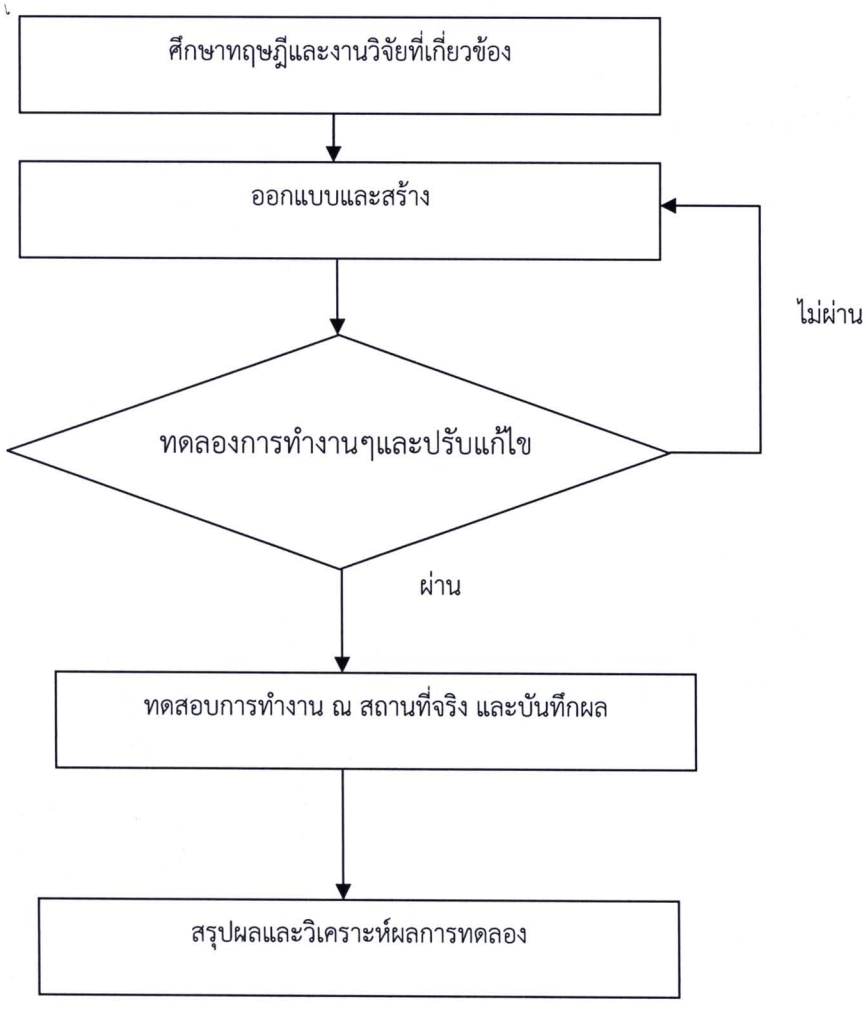


ภาพที่ 3-1 แสดงระบบการทำงานของกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า

การวางแผนการดำเนินงาน

การสร้างกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า มีขั้นตอนการวางแผนและการดำเนินงานดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ออกแบบและสร้างกังหันน้ำ
3. ทดลองการทำงานของชิ้นส่วนต่างๆและปรับแก้ไขพร้อมทดสอบการทำงานจริง
4. ทดสอบการทำงาน ณ สถานที่จริง เพื่อหาประสิทธิภาพและบันทึกผล
5. สรุปผลและวิเคราะห์ผลการทดลอง



ภาพที่ 3-2 การวางแผนการดำเนินงาน

1. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

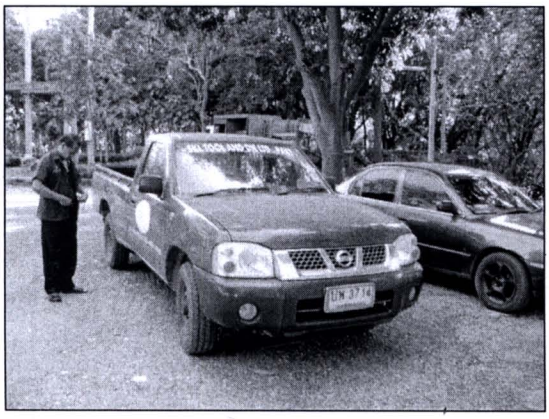
คณะผู้ดำเนินงานได้ศึกษาทฤษฎีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งได้กล่าวในบทที่ 2 แล้ว นอกจากนี้ คณะผู้ดำเนินงานได้เดินทางไปศึกษาสถานที่เพื่อใช้ในการทดลองสอบงานจริง คือ บริเวณแม่น้ำแควจังหวัดกาญจนบุรี โดยได้ไปศึกษาสถานที่โรงแรมบ้านสวนฝน เนื่องจากคณะวิศวกรรมศาสตร์จัดอบรมบุคลากรครูอาจารย์และเจ้าหน้าที่ ณ สถานที่ดังกล่าวหลายครั้ง ทำให้เกิดความสัมพันธ์ที่ดีมีเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงานทดลอง ดังนี้

1) ง่ายต่อการติดต่อขอความอนุเคราะห์ใช้สถานที่ในการทดลอง เนื่องจากเจ้าของสถานที่รู้จักกับครูอาจารย์และผู้วิจัย

2) เป็นแหล่งเป้าหมายการดำเนินโครงการฯ คือ เป็นพื้นที่ที่ใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ขณะที่พื้นที่ดังกล่าวมีการไหลของแม่น้ำแควใหญ่อย่างต่อเนื่องในทางทิศเดียวและมีความเร็วการไหลของน้ำสามารถที่จะนำมาผลิตเป็นกระแสไฟฟ้าได้

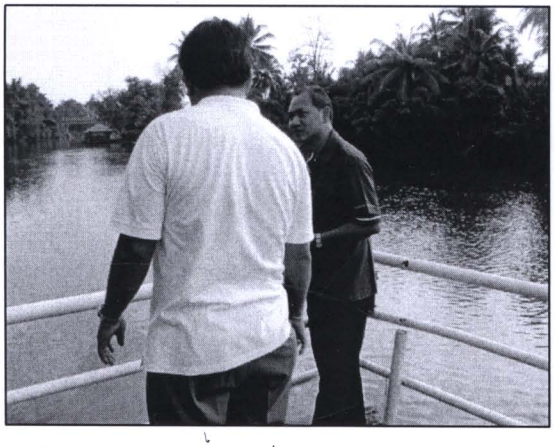
3) อยู่ใกล้บริเวณจังหวัดกาญจนบุรีมากที่สุด ทำให้การเดินทางไปเพื่อศึกษาพื้นที่ การติดต่อสะดวกในขั้นตอนขอใช้พื้นที่ หรือการทดสอบการทำงานจริงสะดวก

การดำเนินการศึกษาพื้นที่บริเวณแม่น้ำแควใหญ่ จังหวัดกาญจนบุรี ณ บริเวณพื้นที่โรงแรมบ้านสวนฝน พบว่ามีอัตราความเร็วการไหลของน้ำ 9-12 เมตรต่อนาที ดังภาพ

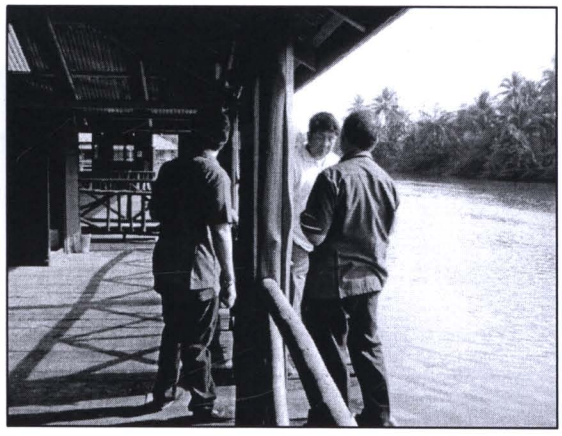


ภาพที่ 3-3
รถของนักศึกษาผู้ร่วมงานและรถของหัวหน้าโครงการฯ

ภาพที่ 3-4
นักศึกษาที่ร่วมเดินทางไปสำรวจพื้นที่

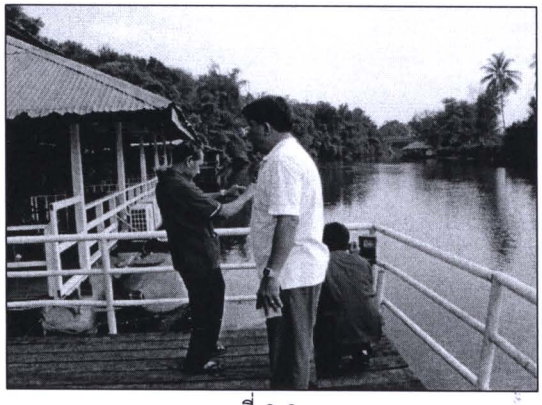


ภาพที่ 3-5
ผู้วิจัยและนักศึกษาเดินทางไปสำรวจพื้นที่

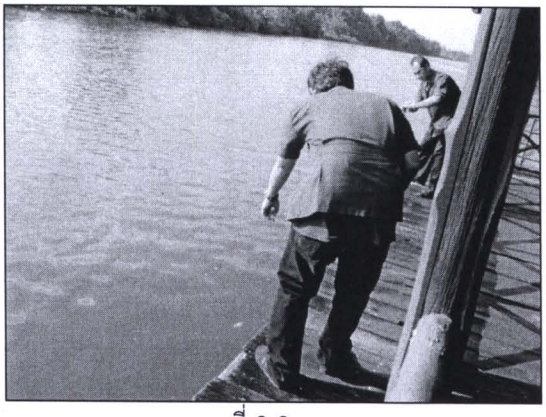


ภาพที่ 3-6
ผู้วิจัยและนักศึกษากำลังสำรวจดูการไหลของน้ำ

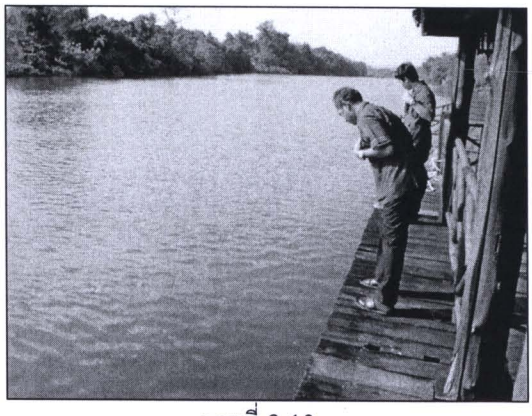
ภาพที่ 3-7
แสดงการเดินสายไฟฟ้าจากริมฝั่งเข้าเรือนแพพักอาศัย



ภาพที่ 3-8
ผู้วิจัยและนักศึกษากำลังตรวจสอบการไหลของน้ำ



ภาพที่ 3-9
นักศึกษากำลังตรวจสอบการไหลของน้ำ



ภาพที่ 3-10
นักศึกษากำลังตรวจสอบการไหลของน้ำ

2. การออกแบบและสร้างกังหันน้ำผลิตกระแสไฟฟ้า

2.1 การออกแบบกังหันน้ำ

1) กำหนดเงื่อนไขเบื้องต้นในการออกแบบกังหันน้ำ

- กังหันน้ำสามารถเปลี่ยนกำลังการไหลของน้ำให้เป็นกำลังไฟฟ้าได้ที่ความเร็วของกระแสน้ำ 12 เมตรต่อนาที

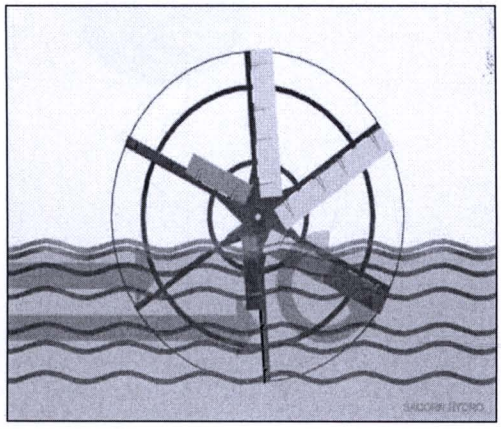
- ใช้ใบกังหันน้ำแบบกังหันน้ำชัยพัฒนา ซึ่งมีจำนวนใบกังหัน 6 ใบ และแบบใบกังหันใช้แบบใบกังหันน้ำของสาครไฮโดร ซึ่งลักษณะของใบสามารถพับเปิด ปิดได้

- ลักษณะของทุ่นลอยน้ำจะใช้แบบเดียวกับทุ่นที่บ้านพักแพลอยน้ำ จังหวัดกาญจนบุรี

2) ออกแบบลักษณะของใบกังหัน

การเลือกใช้รูปแบบใบกังหันคณะผู้ดำเนินงานเลือกรูปแบบใบกังหันของ “กังหันชัยพัฒนา” คือ มี 6 ใบ โดยไม่เจาะรูที่ใบ และใช้เทคนิคการพับใบลงเพื่อรับแรงดันน้ำและพับขึ้นของใบกังหัน “สาครบุรี”กล่าวคือ ขณะที่ใบกับหันหมุนรับแรงน้ำไหลใบกังหันจะกางออกด้วยแรงโน้มถ่วง และเมื่อใบที่รับแรงน้ำไหลทำงานขณะหมุนขึ้นเหนือผิวน้ำใบกังหันจะพับเก็บเพื่อลดแรงต้านของน้ำทำให้ใบกังหันสามารถเพิ่มความเร็วการไหลได้ ดังภาพ

ภาพที่ 3-11
แสดงลักษณะใบกังหันชัยพัฒนา



ภาพที่ 3-12
แสดงลักษณะใบกังหันน้ำแบบสาครบุรี

(ภาพ : www.youtube.com)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

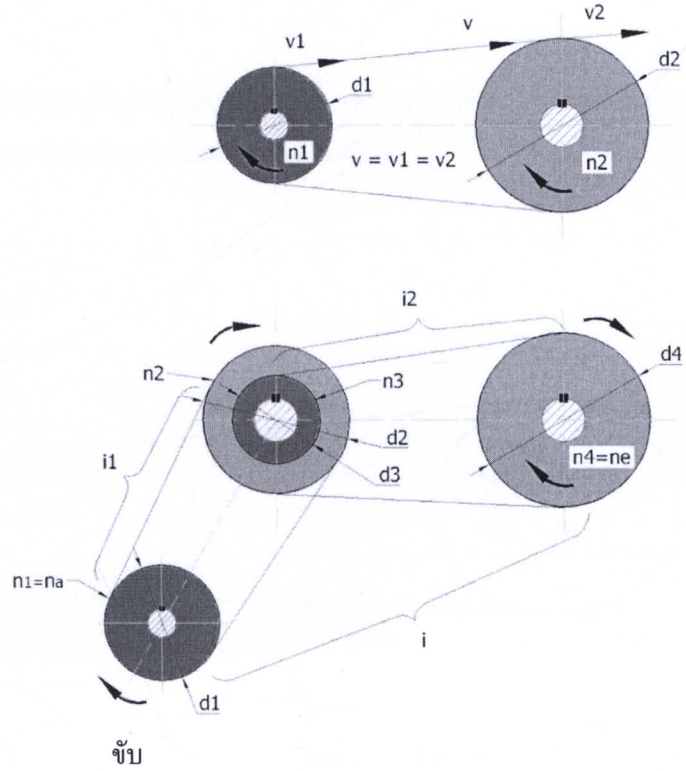
2.2 การออกแบบความเร็วรอบผลิตกระแสไฟฟ้า

1) เงื่อนไขในการออกแบบ

- ความเร็วรอบของไดชาร์ตรถยนต์ที่จะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าออกมาได้จะต้องไม่ต่ำกว่า 600 รอบต่อนาที

- ความเร็วกระแสน้ำที่เครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยกังหันน้ำจะผลิตกระแสไฟฟ้า ได้จะต้องมีค่าอย่างน้อย 0.2 เมตรต่อวินาที

การออกแบบคำนวณหาความเร็วรอบชุดเฟือง



โซ่

ขับ

ภาพที่ 3-13 แสดงการคำนวณเฟือง

d1, d3, d5... เส้นผ่านศูนย์กลาง
n1, n2, n3... ความเร็วรอบ
} ล้อขับ

d1, d3, d5... เส้นผ่านศูนย์กลาง
n1, n2, n3... ความเร็วรอบ
} ล้อตาม

na ความเร็วรอบเริ่มต้น
ne ความเร็วรอบสุดท้าย
i อัตราทดรวม
i1, i2, i3... อัตราทดแต่ละขั้น
v1, v2, v3... ความเร็วขอบ

ความเร็ว

$$v = v_1 = v_2$$

สูตรการส่งกำลังขับ

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

อัตราทด

$$i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{n_a}{n_e}$$

อัตราทดรวม

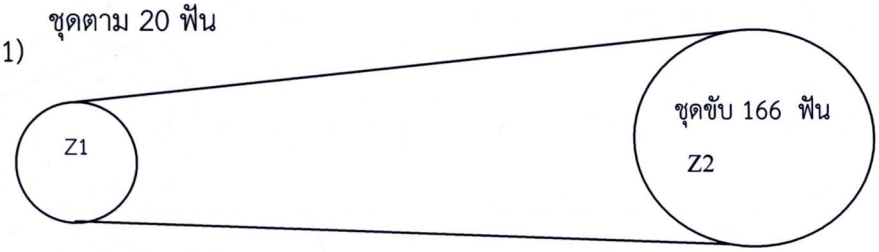
$$i = \frac{d_2 \times d_4 \times d_6 \ldots}{d_1 \times d_3 \times d_5 \ldots}$$

$$i = i_1 \times i_2 \times i_3 \ldots$$

(**ที่มา** : บรรเลง ศรนิล, ประเสริฐ ก๊วยสมบูรณ์. 2524. **ตารางงานโลหะ.** กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ผลิต ตำรา เรียน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ)

ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 3 ชุด

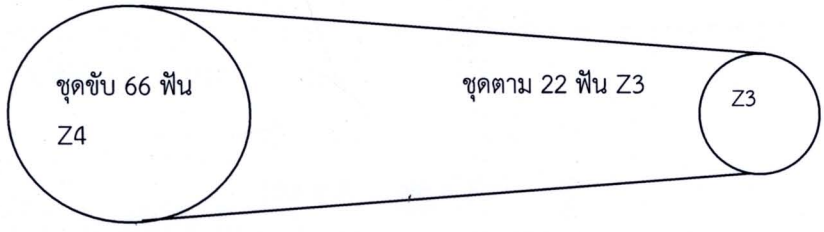
1) ชุดตาม 20 ฟัน



อัตราทดรอบ

$$i = \frac{z2}{z1} = \frac{166}{20} = \frac{8}{1}$$

2)

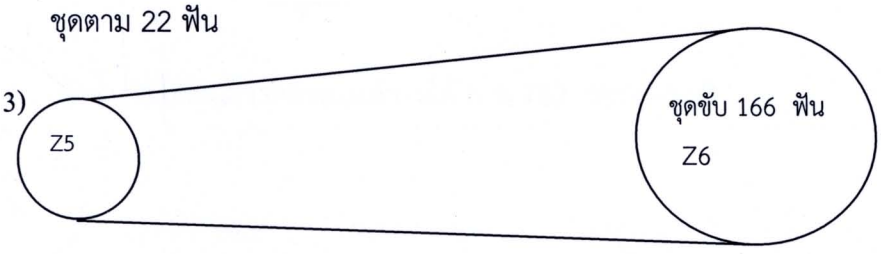


อัตราทดรอบ

$$i = \frac{z4}{z3} = \frac{66}{22} = \frac{3}{1}$$

ชุดตาม 22 ฟัน

3)



อัตราทดรอบ

$$i = \frac{z6}{z5} = \frac{166}{22} = \frac{7.5}{1}$$

1) จากสมการ $Z1N1 = Z2N2$

$166 \times 4 = 20 \times N2$

$N2 = \frac{166 \times 4}{20} = 33.2$ รอบต่อนาที

2) จากสมการ $Z3N3 = Z4N4$

$66 \times 33.2 = 22 \times N4$

$N4 = \frac{66 \times 33.2}{22} = 99.6$ รอบต่อนาที

3) จากสมการ $Z5N5 = Z6N6$

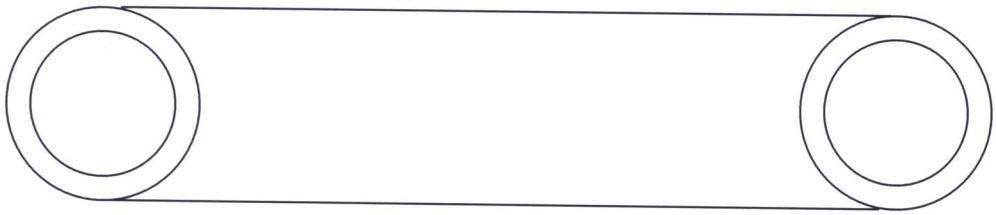
$166 \times 99.6 = 22 \times N6$

$N6 = \frac{166 \times 99.6}{22} = 752$ รอบต่อนาที

ชุดที่ 4 ชุดความเร็วรอบของไดชาร์ต สรุปได้ดังนี้

อัตราทดรอบ

$$i = \frac{N8}{N7} = \frac{752}{752} = 1:1$$



ชุดขับ D7 N7 ไดชาร์ต D8 N8

4) จากสมการ $N7D7 = N8D8$

$D7 = D8 = X$

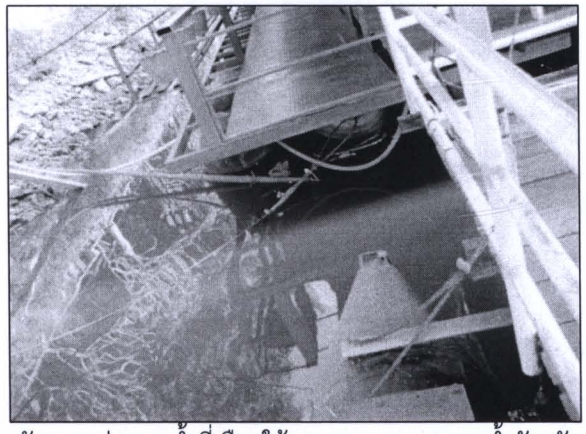
$752 \times X = N8 \times X$

$N8 = \frac{752 \times X}{X} = 752$ รอบต่อนาที

ดังนั้น เมื่อผ่านการทดรอบแล้วจะได้ $N = 752$ รอบต่อนาที

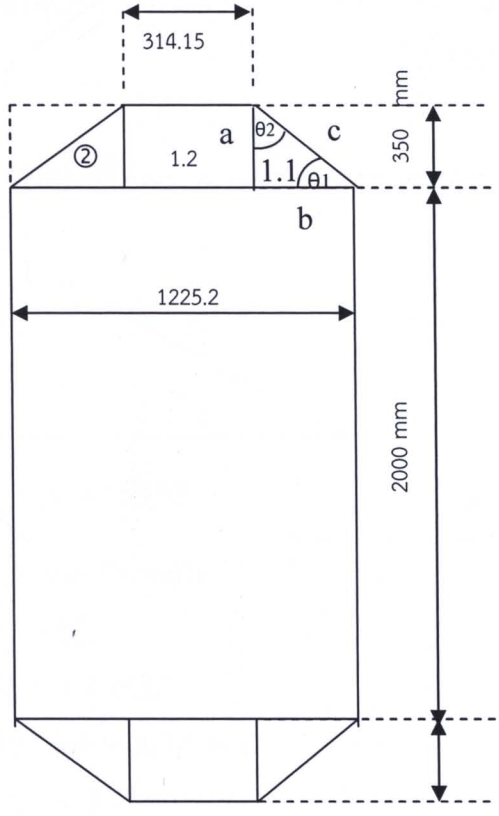
2.3 การออกแบบทุ่นลอย

จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องลักษณะรูปแบบกังหัน คณะผู้ดำเนินงานเลือกรูปแบบทุ่นลอยน้ำลักษณะเช่นเดียวกับทุ่นลอยน้ำของแพบ้านพักริมแม่น้ำแคว ดังภาพที่ 3-14



ภาพที่ 3-14 แสดงลักษณะทุ่นลอยน้ำที่เลือกใช้ออกแบบ ณ แพลอยน้ำจังหวัดกาญจนบุรี

การคำนวณหามวลของทุ่นกังหันน้ำ



จากภาพ แผ่นคลี่ของทุ่นกังหันน้ำ

1) คำนวณหาเส้นรอบรูป

จากสูตร $\pi . d$ = .3.1416 x 100 mm.

= 314.16 mm.

จากสูตร $\pi . d$ = 3.1416 x 390 mm.

= 1,225.2 mm.

2) คำนวณหาพื้นที่ 1.1 โดยแทนค่า a = 350 mm.

b = 455.52 mm.

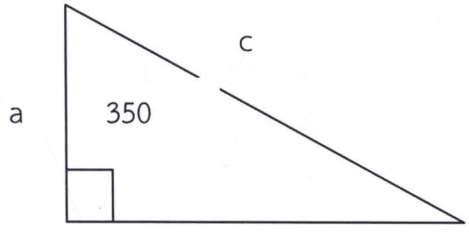
$$b = \frac{1225.2 - 314.16 \text{ mm.}}{2}$$

b = 455.52 mm.

3) คำนวณหาพื้นที่ 1.2 = 314.15 x 350

A = 109,952

4) คำนวณหาระยะเส้น c



b = 455.52

จากรูปได้ทฤษฎีของปิทากอรัส

$c^2 = a^2 + b^2$

$c^2 = 350^2 + 455.52^2$

$c^2 = 122,500 + 207,498.47$

$c^2 = 329,998.47$

$c = \sqrt{3299998.47}$

= 574.45 mm

5) หามุม θ_1

จากสูตร Sin = $\frac{\text{ด้านตรงข้ามมุม}}{\text{ด้านตรงข้ามมุมฉาก}}$ - $\frac{\theta}{C}$

Cos = $\frac{\text{ด้านประชิดมุม}}{\text{ด้านประชิดมุมฉาก}}$ - $\frac{\theta}{C}$

Tan = $\frac{\text{ด้านตรงมุม}}{\text{ด้านประชิดมุม}}$ - $\frac{\theta}{C}$

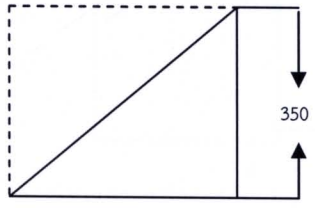
ดังนั้น Sin = $\frac{\theta}{C}$

แทนค่า Sin = $\frac{350}{574.45}$

Sin^{-1} = 37.51 องศา

$\therefore \theta 1$ = 37.51 องศา

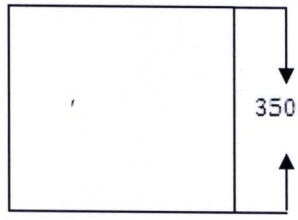
6) คำนวณหาพื้นที่สามเหลี่ยม



= 350 X 455.52 = 159432

= $\frac{459432}{2}$ = 79716

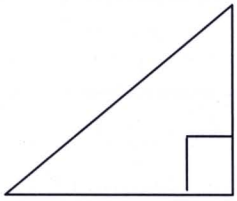
7) คำนวณหาพื้นที่สี่เหลี่ยม



= 350 X 314.15 = 109952.5 = A

A = 109952

8) คำนวณหาปริมาตรและน้ำหนัก 1.1



V = A x t

= 79716 x 2.5 t

= 199290

น้ำหนัก = กว้าง x ยาว x สูง x 7.85×10^{-6}

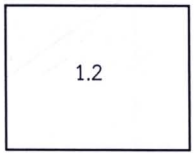
= V x 7.85×10^{-6}

= 199290 x 7.85×10^{-6}

= 1.564 kg.

∴ คิดน้ำหนักรวม 2 ด้าน จะได้ 1.564 x 2 = 3.128 kg.

9) หาปริมาตรชุดกรวยของทุ่น



V = A x t

= 109952 x 2.5

= 274881.25 mm^3

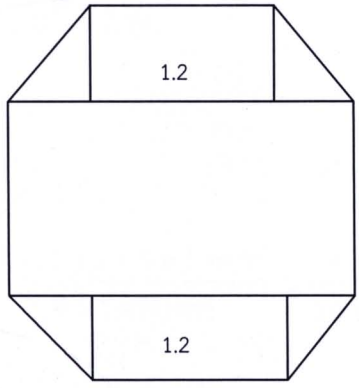
หาน้ำหนัก = กว้าง x ยาว x สูง x 7.85×10^{-6}

= V x 7.85×10^{-6}

= 274881.25x 7.85×10^{-6}

= 2.157 kg.

หาน้ำหนักรวม 2 ด้าน



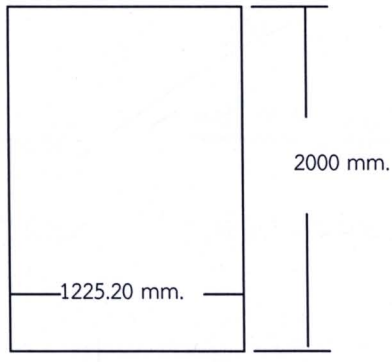
= (1.564 x 2) + 2.157

= 5.28 kg.

= 5.28 x 2

= 10.57 kg.

10) คำนวณหาพื้นที่ตัวทุ่น



A = 2000 x 1225.20

= 2450400

V = A x t

= 2451000 x 2.5 t

= 6127500

น้ำหนัก = กว้าง x ยาว x สูง x 7.85×10^{-6}

= $2000 \times 1225.5 \times 2.5 \times 7.85 \times 10^{-6}$

= 48.10 kg.

หาน้ำหนักรวมทั้งหมด

= 5.28 + 5.28 + 48.10

= 58.66 kg.

น้ำหนักรวม 1 ทุ่น = 58.66 kg.

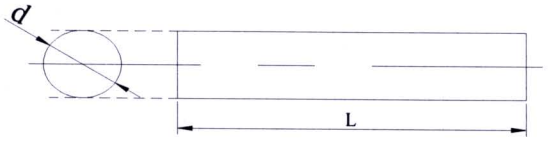
ในกรณีใช้ 2 ทุ่น = 58.66 x 2

= 117.32 kg.

การคำนวณหาปริมาตร

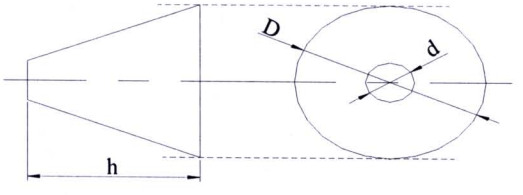
น้ำหนักทั้งหมด $\frac{1530 kg \times 9.81 m/s^2}{9.81 kN/m^3} \times \frac{k}{10^3} = 1.53\ m^3$

ปริมาตร V รวมทั้งหมด = 1.53 m^3



สูตรหาปริมาตร v1 ทุ่นทรงกระบอก $= \frac{\pi d^2 \times L}{4} = \frac{\pi 0.39^2\ m^2 \times 2m}{4} = 0.24\ m^3$

2 ด้าน = 0.24 m^3 x 2 = 0.48 m^3



สูตรหาปริมาตรv2ทุ่นในกรวยตัดv $= \frac{\pi x h}{12}$ [($D1^2$ - $d2^2$) – (b x d)]

$= \frac{\pi x 350\ mm}{12}$ x 1($390^2 mm^2$-$100^2 mm^2$)-(390mm x 100mm)

= 18,426,793 mm^3

เปลี่ยนหน่วยเป็นปริมาตร m^3 $= 18{,}426{,}793\ mm^3 \times \frac{1\ m^3}{1{,}000{,}000\ mm^3} = 0.09\ m^3$

4 ด้าน $= 0.015\ m^3 \times 4 = 0.06\ m^3$

สูตรหาปริมาตร v3 ถังเสริมบันล้าน = กว้าง xยาว x สูง

$= 0.45\ m \times 2.2\ m \times 0.73\ m$

$= 0.73\ m^3$

v1 + v2 + v3 $= 0.48\ m^3 + 0.36\ m^3 + 0.73\ m^3$

$= 1.57\ m^3$

* เมื่อนำค่าน้ำหนักรวม 1.53 m^3 มาเปรียบเทียบกับปริมาตรชุดอุปกรณ์ของทุ่นลอยน้ำทั้งหมด 1.57 m^3 แสดงให้เห็นว่าน้ำหนักของชุดอุปกรณ์ทุ่นลอยน้ำมากกว่าน้ำหนักรวมทั้งหมดจึงสรุปได้ว่าทุ่นสามารถรับน้ำหนักและลอยตัวอยู่บนน้ำได้

สรุป V ปริมาตรทั้งหมด 1.53 m^3 < V ปริมาตรชุดอุปกรณ์ทุ่นลอยน้ำ 1.57 m^3

2.4 การออกแบบใช้อุปกรณ์แปลงกระแสตรงเป็นกระแสสลับ (Inverter) และแบตเตอรี่

ทางคณะผู้จัดทำโครงการออกแบบกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าได้มีแนวคิดดังนี้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้อยู่ในแพบ้านพัก 1 หลังมีดังนี้

1) พัดลมตั้งพื้น 45-75 วัตต์
2) โทรทัศน์สี 43-99 วัตต์
3) หลอดไฟ 40 วัตต์ ประมาณ 4 หลอด

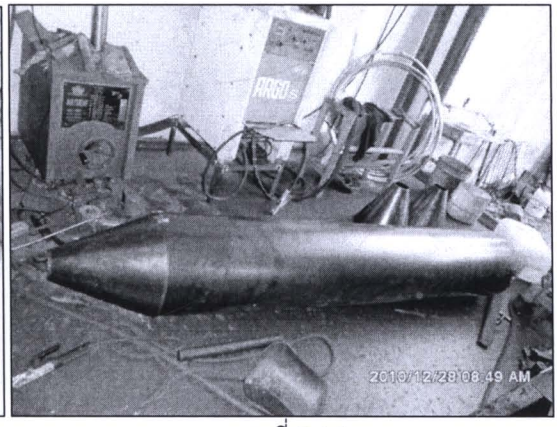
ดังนั้นจะใช้ไฟประมาณ 374 วัตต์/ชั่วโมง หรือประมาณ 0.374 หน่วย หรือยูนิต/ชั่วโมงโดยเปิดใช้ไฟวันละ 10 ชั่วโมง เท่ากับ 3.74 หน่วย จำนวนหนึ่งเดือน เท่ากับ 112.2 หน่วย ผู้ใช้ไฟฟ้ามีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 112.2 หน่วยต่อเดือน

4) ใช้อินเวอร์เตอร์แปลงกระแสไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ เป็นกระแสสลับ 220 โวลต์
5) ใช้เจนเนอร์เรเตอร์ไดชาร์ตรถยนต์เนื่องจากหาซื้อได้ง่ายเมื่อเสียหรือชำรุด

2.5 การสร้างเครื่องฯ

ดำเนินการสร้างที่โรงงานฝึกพื้นฐานทางวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และที่โรงงานเคเอสแอล ทูลแอนด์ดายจำกัด บางบอน กรุงเทพฯ ดังภาพ

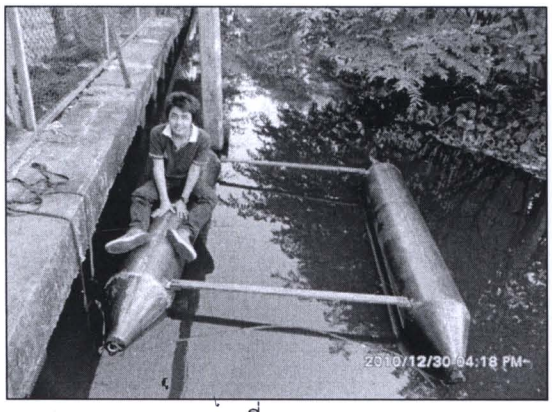
ภาพที่ 3-15
แสดงลักษณะหัวของทุ่นลอยน้ำที่สร้าง



ภาพที่ 3-16
แสดงลักษณะการเชื่อมต่อหัวทุ่นกับทุ่นส่วนกลาง และท้ายทุ่นลอยน้ำที่สร้าง

ภาพที่ 3-17
แสดงลักษณะทุ่นลอยน้ำที่สร้าง

ภาพที่ 3-18
แสดงลักษณะทดสอบการลอยตัวของทุ่นบริเวณคลองหลังโรงงาน บริษัทท.เอส เค แอล ฯ



ภาพที่ 3-19

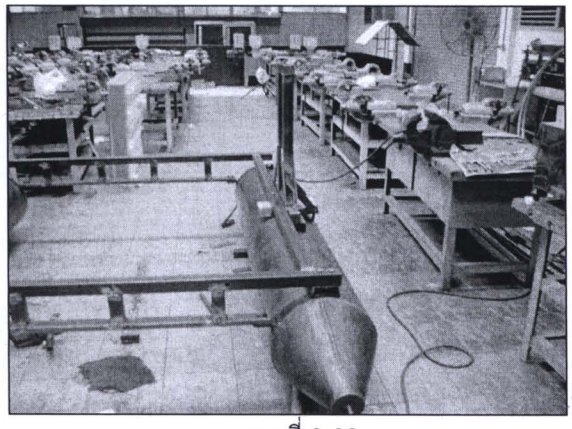
แสดงลักษณะทดสอบการนั่งบนทุ่นบริเวณคลองหลังโรงงาน บ.เอสเคแอล ฯ

ภาพที่ 3-20

ที่ปรึกษาโครงการฯ ติดตามผลการดำเนินงาน ณ บ.เอสเคแอล ฯ

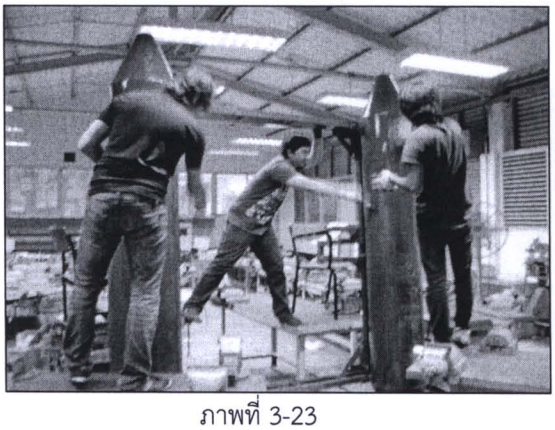
ภาพที่ 3-21

ที่ปรึกษาโครงการฯให้แนวคิดการทำงาน



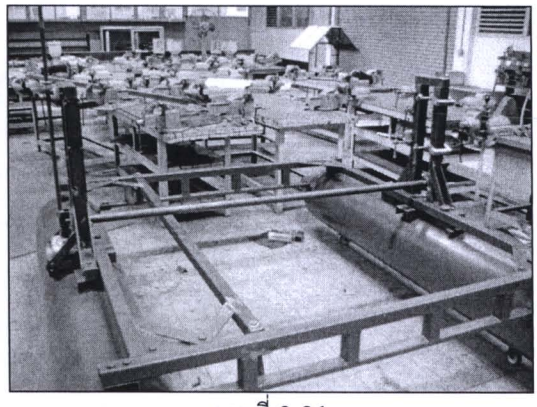
ภาพที่ 3-22

แสดงลักษณะการสร้างชิ้นส่วนฐานยึดเพลาบนทุ่น และอ่างน้ำทดสอบการลอยตัว



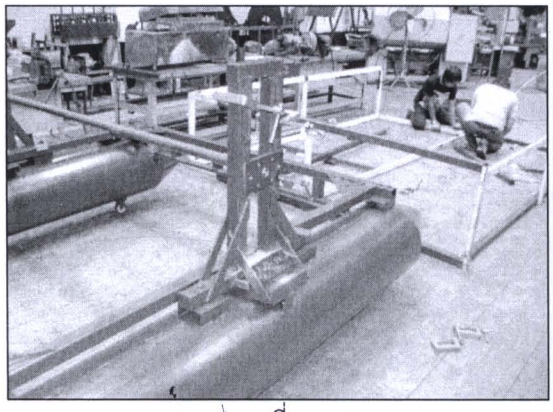
ภาพที่ 3-23

แสดงลักษณะการทาสีทุ่นลอยน้ำที่สร้าง

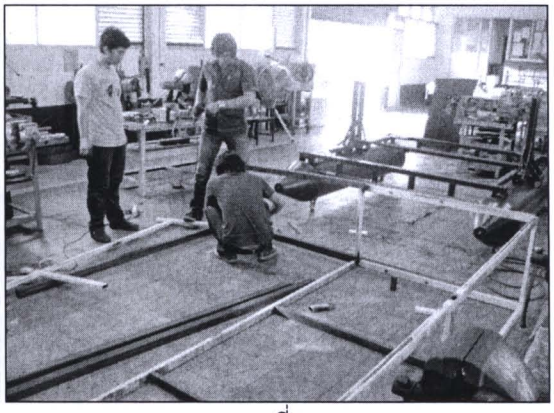


ภาพที่ 3-24

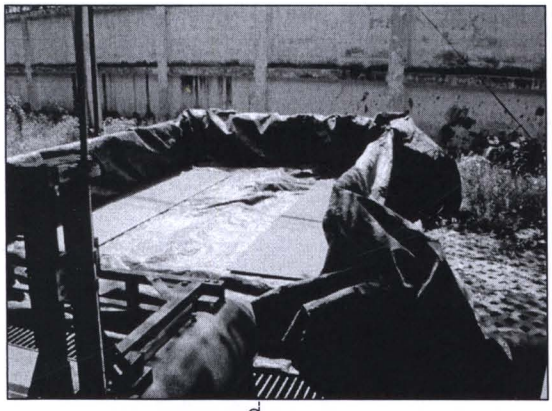
แสดงลักษณะทุ่นลอยน้ำที่สร้าง



ภาพที่ 3-25
แสดงลักษณะการเตรียมสร้างอ่างน้ำจำลอง

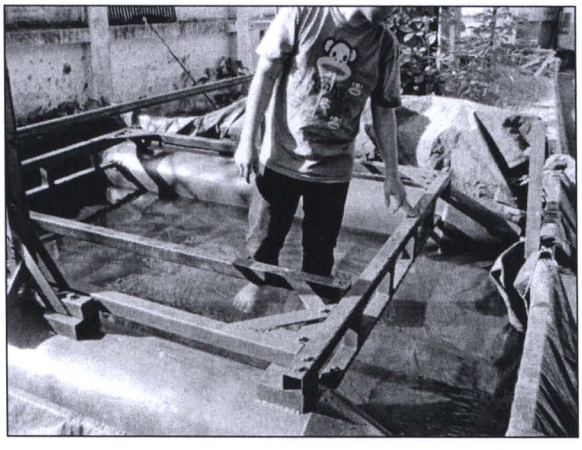


ภาพที่ 3-26
แสดงลักษณะกรอบโครงสร้างอ่างน้ำจำลอง
เบื้องต้นการลอยตัวเบื้องต้น



ภาพที่ 3-27
แสดงลักษณะบ่อน้ำจำลองเพื่อทดสอบ
การลอยตัวเบื้องต้น ก่อนดำเนินงานขั้นต่อไป

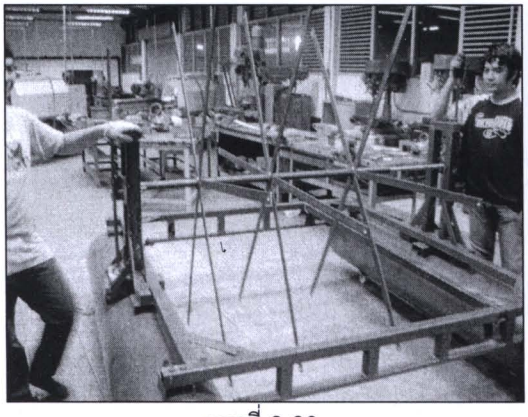
ภาพที่ 3-28
แสดงลักษณะการเติมน้ำลงในบ่อจำลองโดยใช้ผ้าพลาสติก
กันน้ำทำผนังบ่อ



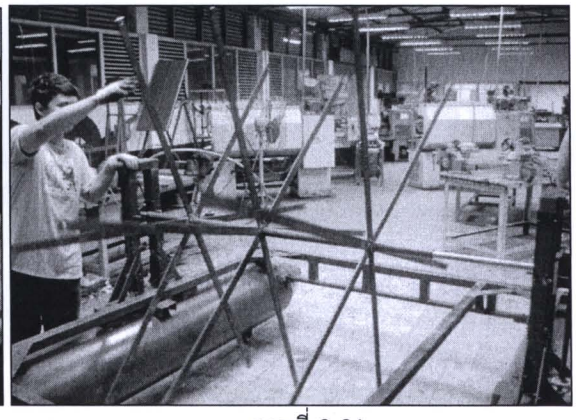
ภาพที่ 3-29 แสดงลักษณะการลอยตัวของทุ่นกังหันน้ำเบื้องต้น

การสร้างใบกังหัน

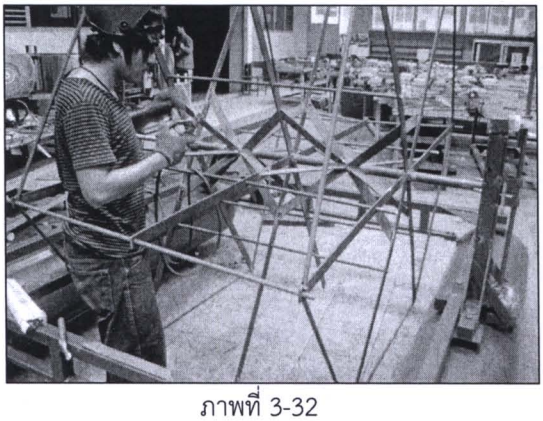
การเลือกใช้รูปแบบใบกังหันคณะผู้ดำเนินงานเลือกรูปแบบใบกังหันของ “กังหันชัยพัฒนา” คือ มี 6 ใบ โดยไม่เจาะรูที่ใบ และใช้เทคนิคการพับใบลงเพื่อรับแรงดันน้ำและพับขึ้นของใบกังหัน “สาครบุรี” ดังภาพ



ภาพที่ 3-30
แสดงลักษณะการสร้างโครงใบกันหันน้ำ

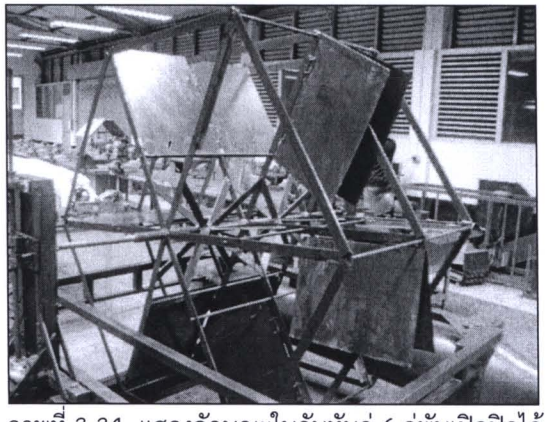


ภาพที่ 3-31
แสดงลักษณะการหมุนโครงกังหัน



ภาพที่ 3-32
แสดงลักษณะการเชื่อมยึดโครงใบกังหัน

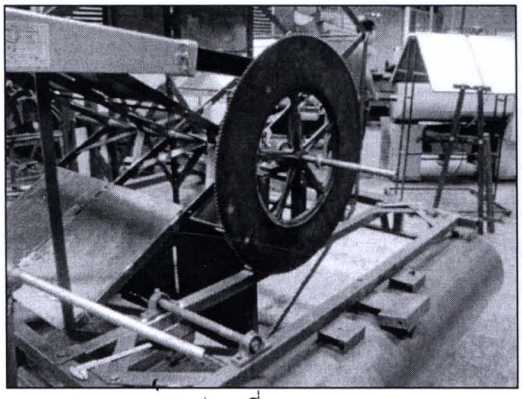
ภาพที่ 3-33
แสดงลักษณะการยึดติดใบกับหันคู่ 6 คู่พับเปิดปิดได้



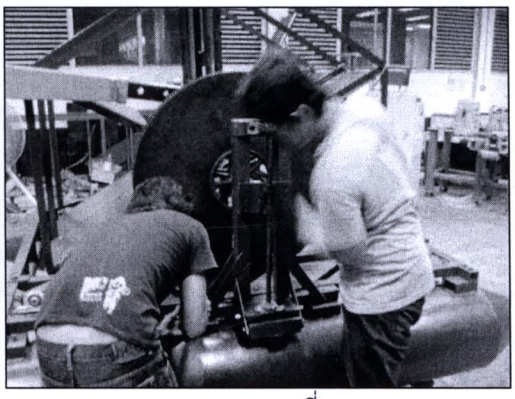
ภาพที่ 3-34 แสดงลักษณะใบกับหันคู่ 6 คู่พับเปิดปิดได้

การออกแบบการส่งถ่ายกำลัง

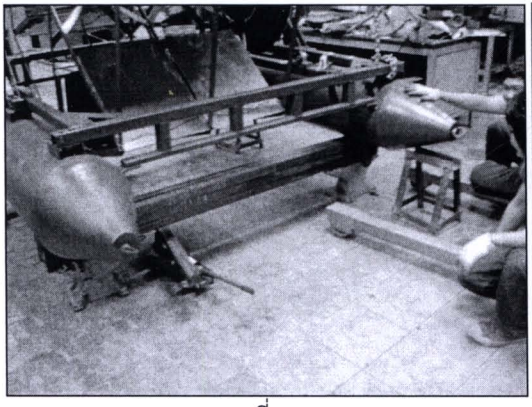
คณะผู้ดำเนินงานเลือกการออกแบบด้วยเฟืองโซ่ในการส่งถ่ายกำลัง ดังภาพ



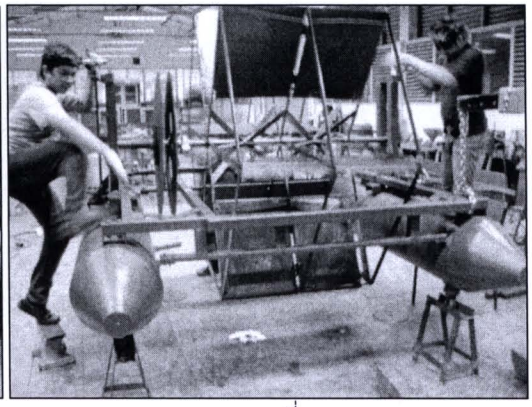
ภาพที่ 3-35
แสดงลักษณะการติดตั้งเฟืองโซ่ขนาด 166 ฟัน บนเพลากลาง ด้านข้างใบกังหันโดยใช้อุปกรณ์ยกช่วยประคอง



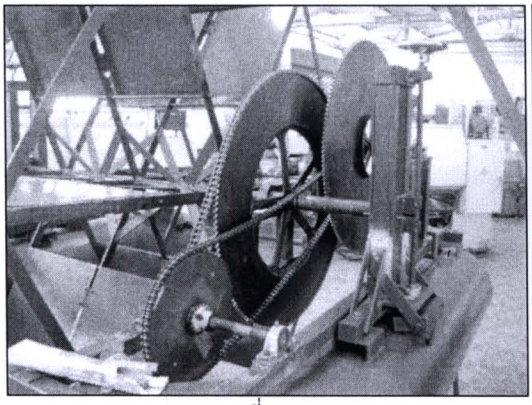
ภาพที่ 3-36
แสดงลักษณะการยึดเพลากลางกับชุดรองรับ



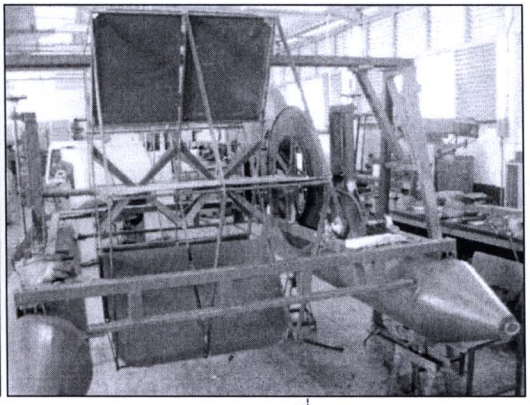
ภาพที่ 3-37
แสดงลักษณะการยกลอยกังหันเพื่อทดสอบการหมุนของใบกังหัน



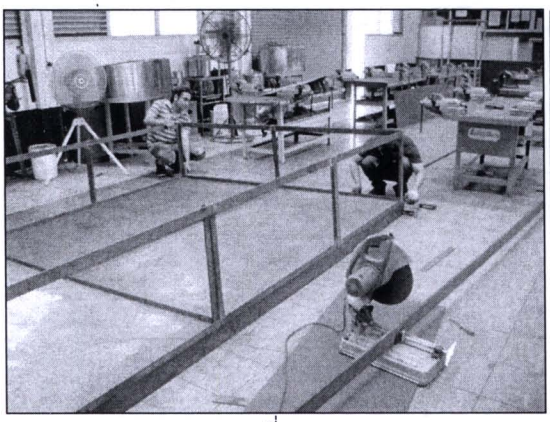
ภาพที่ 3-38
แสดงลักษณะการยกลอยพักบนขาตั้งเพื่อทดสอบการหมุนของใบ



ภาพที่ 3-39
แสดงลักษณะการติดตั้งชุดส่งถ่ายกำลังด้วยเฟืองโซ่

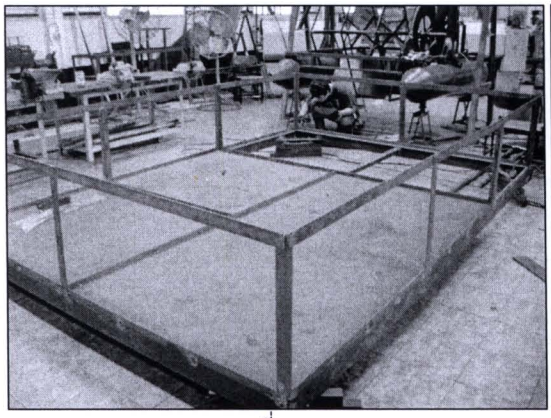


ภาพที่ 3-40
แสดงลักษณะการทำคานเตรียมยกกังหันลอยจากพื้นเพื่อหย่อนลงในอ่างน้ำจำลองครั้งที่ 2



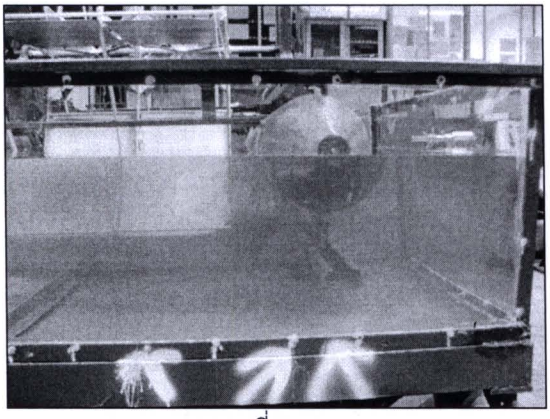
ภาพที่ 3-41
แสดงลักษณะการทำโครงอ่างน้ำจำลองวัสดุเหล็ก
ขนาด 2.5 x 3.7 x 0.6 เมตร

ภาพที่ 3-42
แสดงลักษณะติดล้อเหล็กที่มุมขอบอ่าง 4 จุด เพื่อสะดวกใน
การเคลื่อนที่ (ไม่มีน้ำ)

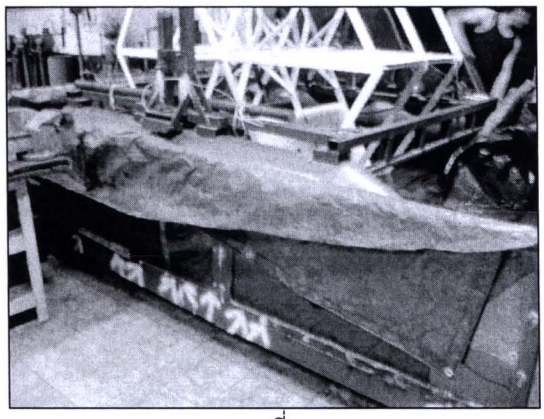


ภาพที่ 3-43
แสดงลักษณะอ่างน้ำจำลองพื้นทำด้วยโลหะ
ฝาด้านข้างเป็นอะคริลิคใส หนา 3 มิลลิเมตร

ภาพที่ 3-44
แสดงลักษณะการยึดแผ่นอะคลิลิคใสด้วยสกรู และฉีด
ซิลิโคลนกันรั่วรอบอ่างด้านใน



ภาพที่ 3-45
แสดงลักษณะการทดสอบการลอยตัวกังหันครั้งที่ 2
ในโรงงานฝึกพื้นฐานทางวิศวกรรม



ภาพที่ 3-46
ภาพขณะทำการทดสอบการลอยตัว ปรากฏว่าแผ่น
อะคลีลิคแตก น้ำรั่วต้องใช้ผ้าพลาสติกปิดรอยรั่ว

3. ทดลองการทำงานของชิ้นส่วนต่าง ๆ และปรับแก้ไขพร้อมทดสอบการทำงานจริง

3.1 การทดสอบการลอยตัว

การทดสอบการลอยตัวครั้งที่ 2 คณะผู้ดำเนินงานใช้แผ่นอะคลีลิคหนา 3 มิลลิเมตร ขนาด 4 ฟุตx 8 ฟุต จำนวน 3 แผ่น เป็นฝาด้านข้าง ราคาแผ่นละ 1,800 บาท รวมราคา 5,400 บาท และใช้ซิลิโคลนฉีดกันรั่วอีกมูลค่า 1,500 บาท

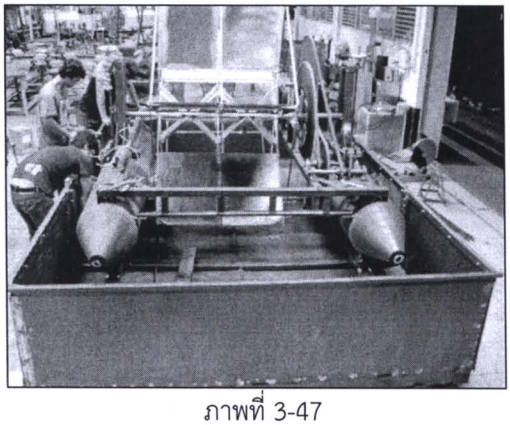
การทดลองการลอยตัวครั้งที่ 2 ปรากฏว่าแผ่นอะคลีลิคแตก 1 ด้าน ดังภาพที่ 3-46 คณะผู้ดำเนินงานทดสอบได้พยายามปิดรอยรั่วแต่ไม่สามารถปิดได้ไม่หมด หัวหน้าโครงการผู้ควบคุมการทดสอบจึงสั่งระงับการทดลอง และตรวจสอบสาเหตุ

3.2 ผลการตรวจสอบสาเหตุของการแตกของแผ่นอะคลิลิค

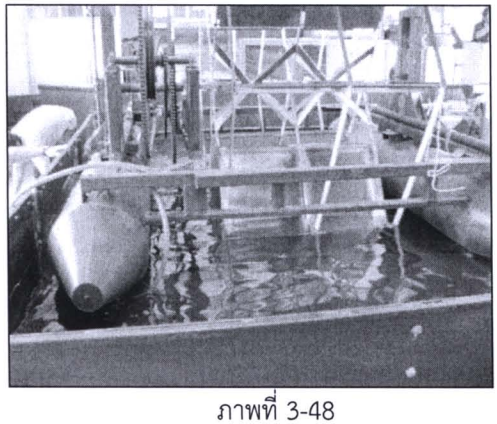
ผลการตรวจสอบการแตกพบว่า แผ่นอะคลิลิคที่แตกเกิดจากการประกอบแผ่นอะคลิลิคแนบกับช่องฝาไม่ถูกต้อง คือ ช่องโครงสร้างทำด้วยเหล็กมีขนาดเล็กกว่าแผ่นอะคลิลิก เมื่อผู้ปฏิบัติงานประกอบและฝืนบังคับโดยการกดแผ่นอะคลิลิกให้แนบกับช่องที่ประกอบให้ได้แล้วใช้สกรูยึด ดังนั้นแผ่นอะคลิลิคแผ่นนั้นจะเกิดความเครียด (Stress) ภายใน เมื่อเปิดน้ำเข้าบ่อระดับน้ำมีปริมาณมากจะเกิดแรงดันมากทำให้แผ่นอะคลิลิคดังกล่าวเกิดการแตกน้ำรั่วออกจากอ่าง

3.3 การตัดสินใจทำงานทดลองการลอยตัวของกังหันน้ำขั้นต่อไป

หัวหน้าโครงการสั่งรื้อแผ่นอะคลิลิคออกทั้งหมด และใช้แผ่นโลหะหนา 1 มิลลิเมตร แทนฝาด้านข้างเนื่องจากมีความแข็งแรงมากกว่าและโอกาสเสี่ยงการแตกรั่วไม่มี ดังภาพ



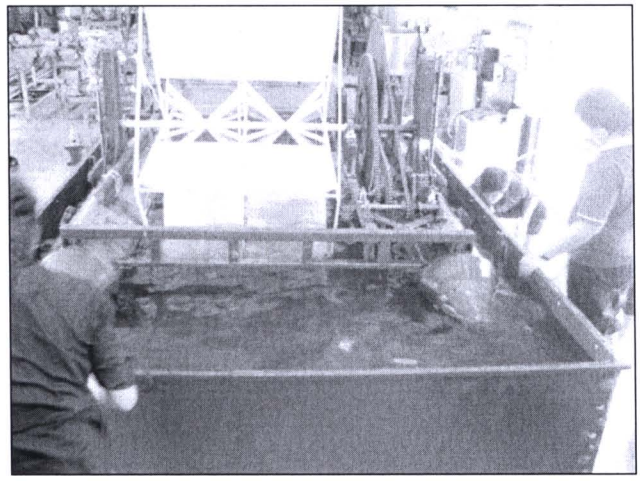
ภาพที่ 3-47
ภาพแสดงการทำขอบอ่างวัสดุโลหะเพื่อทดสอบการลอยตัวครั้งที่ 3



ภาพที่ 3-48
ภาพแสดงการเปิดน้ำเข้าอ่างเพื่อทดสอบการลอยตัวกังหันฯ ครั้ง ที่ 3

3.4 ผลการทดสอบการลอยตัวครั้งที่ 3

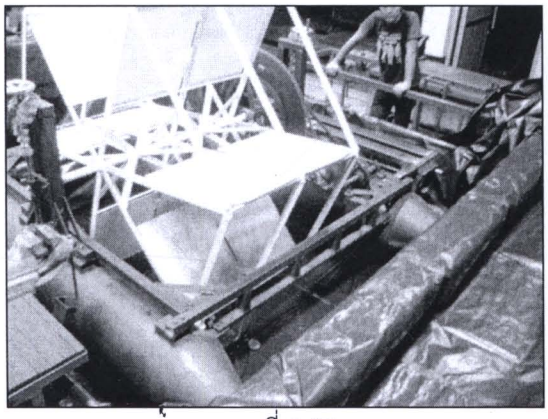
ผลการทดสอบการลอยตัวครั้งที่ 3 อ่างน้ำไม่แตก ผลการทดสอบการลอยของกังหันไม่สมดุล คือ ทุ่นกังหันด้านที่กับชุดเฟืองส่งถ่ายกำลังมีน้ำหนักมาก ทำให้ทุ่นที่อยู่ด้านส่งถ่ายกำลังไม่ลอยเหนือน้ำ ล้อของทุ่นด้านดังกล่าวยังคงอยู่ที่พื้นอ่างโดยการตรวจสอบสัมผัส และจากการสังเกตทุ่นที่อยู่ด้านตรงข้ามยกตัวลอย แต่เนื่องจากความสูงของอ่างไม่พอทำให้การทดลองครั้งที่ 3 ยังสรุปไม่ได้ว่าทุ่นกังหันลอยน้ำมีลักษณะใด ดังภาพที่ 3-49



ภาพที่ 3-49 ภาพแสดงการลอยตัวของทุ่นกังหันครั้งที่ 3

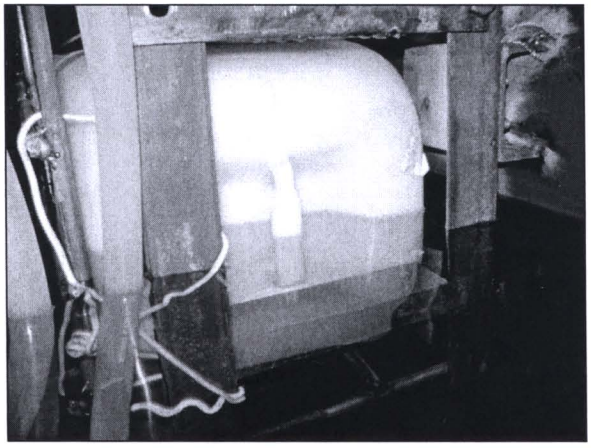
3.5 การทดสอบการลอยตัวครั้งที่ 4

หัวหน้าโครงการฯ สั่งให้ผู้ปฏิบัติงานทำทุ่นช่วยลอยเพิ่มโดยยึดติดด้านทุ่นส่งถ่ายกำลังใช้ถังพลาสติกมีฝาปิดขนาดบรรจุ 10 ลิตร รูปร่างสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ จำนวน 4 ถัง ปิดฝาครอบให้มิดชิด โดยการทดสอบการลอยตัวครั้งที่ 4 จะใช้ผ้าพลาสติกขนาด 8 x 10 เมตร ทำเป็นบ่อน้ำจำลองใหม่ เนื่องจากบ่อฝาเหล็กเดิมความก้างของบ่อแคบไม่สามารถนำทุ่นกังหันที่ปรับแก้ไขลงทดสอบลอยตัวได้ ดังภาพ



ภาพที่ 3-50
ภาพแสดงการลอยตัวครั้งที่ 4 โดยการเพิ่มทุ่นลอยและใช้ผ้าพลาสติกกันน้ำทำอ่างจำลอง

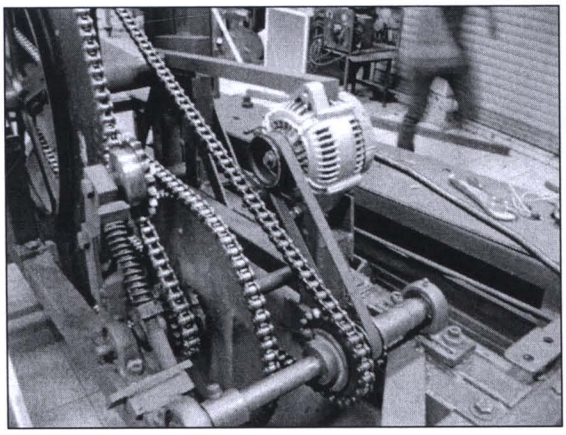
ภาพที่ 3-51
ภาพแสดงทุ่นช่วยลอยที่ทำเพิ่ม



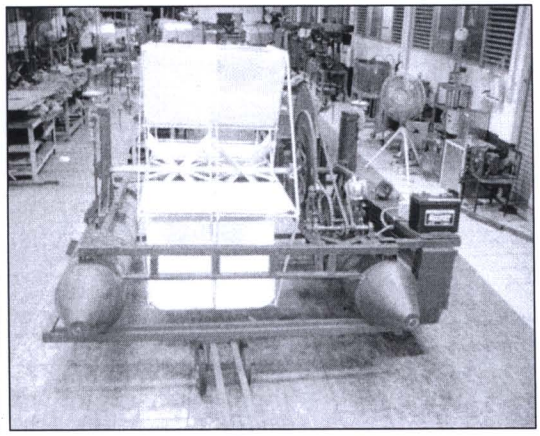
ภาพที่ 3-52 ภาพแสดงทุ่นช่วยลอย

3.6 เตรียมพร้อมทดสอบทำงานจริง ณ สถานที่จริง จังหวัดกาญจนบุรี

เมื่อการทดลองการลอยตัวของกังหันน้ำลอยตัวแบบสมดุล คือ ทุ่นกังหันน้ำทั้งชุดลอยในระดับสมดุลไม่เอียงด้านใดด้านหนึ่ง คณะผู้ปฏิบัติงานติดตั้งอุปกรณ์ผลิตกระแสไฟฟ้าเข้ากับชุดกังหันพร้อมที่จะนำไปทดสอบการทำงานจริง ดังภาพ



ภาพที่ 3-53
ภาพแสดงการยึดอุปกรณ์ไดชาร์ตรถยนต์กับทุ่นกังหัน



ภาพที่ 3-54
ภาพแสดงกังหันลอยน้ำพร้อมทดสอบจริง

3.7 เตรียมการไปทดสอบจริงโดยไปติดต่อเจ้าของสถานที่ทดลอง

หัวหน้าโครงการฯเดินทางไปติดต่อเจ้าของสถานที่ที่จะทดลองงานอีกครั้ง สถานที่ทดลองงานคือ แควริเวอร์ไซด์ รีสอร์ท จังหวัดกาญจนบุรี สถานที่ดังกล่าวอยู่ห่างจากโรงแรมบ้านสวนฝน 2 กิโลเมตร สาเหตุที่หัวหน้าโครงการฯเลือกสถานที่ดังกล่าว เหตุผลดังนี้

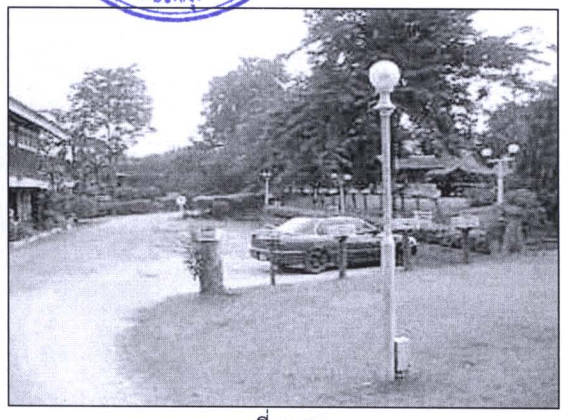
1. สถานที่ใหม่ คือ แควริเวอร์ไซต์ รีสอร์ท มีเจ้าของเป็นบุคคลเดียวกับเจ้าของโรงแรมบ้านสวนฝน

2. สถานที่เดิมซึ่งสำรวจครั้งแรก คือ โรงแรมบ้านสวนฝนขณะที่จะไปทดสอบงานจริง ปรากฏว่ามีกระแสน้ำไหลเชี่ยวมาก มีความเร็วการไหล 10-12 เมตร/นาที แต่การนำกังหันลงน้ำจะต้องใช้รถยกไฮดรอลิกส์ยกลงจากสะพานสูง 10 เมตร และใช้เรือลากทวนน้ำไปยังจุดทดลอง หัวหน้าโครงการพิจารณาแล้วเห็นว่า มีความเสี่ยงโอกาสที่กังหันน้ำจะพลิกคว่ำขณะปล่อยลงแม่น้ำทำให้ต้องเสียเวลาในการกู้และค่าใช้จ่ายเพิ่ม 5,000-10,000 บาท จึงตัดสินใจเลือกพื้นที่ทดลองใหม่คือ แควริเวอร์ไซต์ รีสอร์ท มีพื้นที่สะดวกในการนำรถบรรทุกเข้าสู่พื้นที่ริมแม่น้ำแควใหญ่และใช้รถยกอุปกรณ์กังหันน้ำลงสู่แม่น้ำในระดับพื้นที่ถนนกับระดับน้ำต่างกัน 2 เมตร

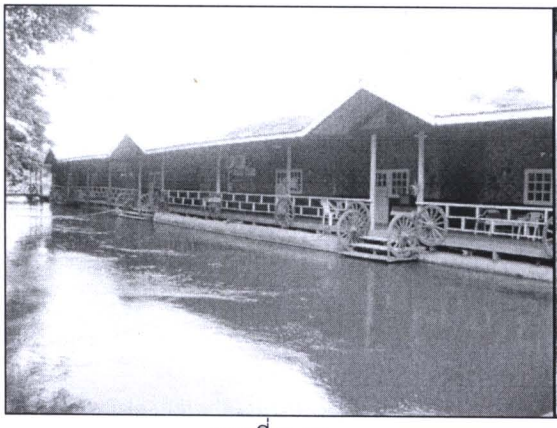
หัวหน้าโครงการฯ เดินทางไปติดต่อขอความอนุเคราะห์จากเจ้าของสถานที่และได้นำภาพวีดีโอแสดงรูปแบบกังหันน้ำ ลักษณะการลอยตัวและการใช้งานให้เจ้าของรีสอร์ทมีความมั่นใจว่าไม่ได้ทำความเสียหายให้กับพื้นที่ทดลอง ดังภาพ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

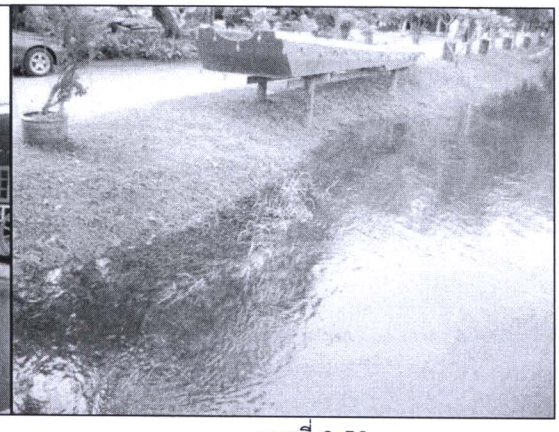
ภาพที่ 3-55
ภาพแสดงด้านหน้าทางเข้าสถานที่ทดสอบงานจริง แควริเวอร์ไซต์ รีสอร์ท จังหวัดกาญจนบุรี



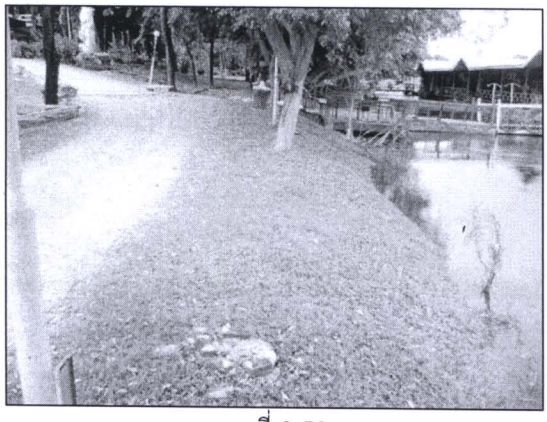
ภาพที่ 3-56
ภาพแสดงรถที่ปรึกษาโครงการไปติดต่อขอความอนุเคราะห์ใช้พื้นที่ทดสอบงานจริง



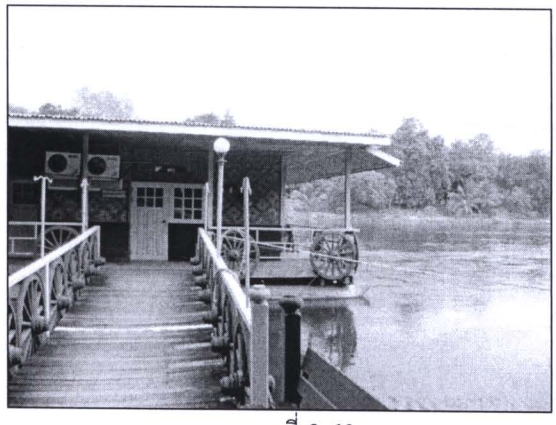
ภาพที่ 3-57
ภาพแสดงพื้นที่ทดลอง



ภาพที่ 3-58
ภาพแสดงระดับของน้ำกับพื้นถนน ณ สถานที่ทดลองจริง



ภาพที่ 3-59
ภาพแสดงจุดที่จะนำรถบรรทุกจอดและยกกังหันลงน้ำ

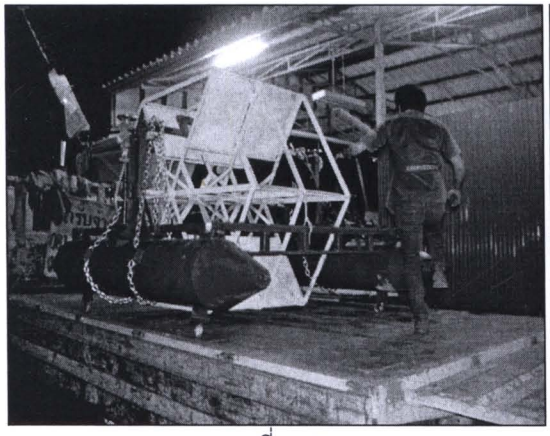


ภาพที่ 3-60
ภาพแสดงจุดที่จะใช้เชือกผูกกังหันลอยน้ำเพื่อทดลอง

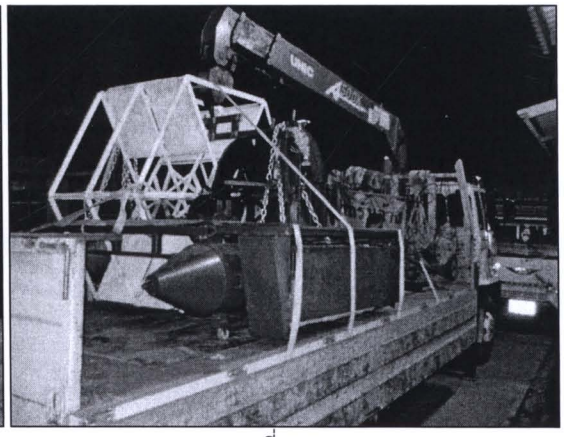
หัวหน้าโครงการฯ เสนอคณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ ทำหนังสือราชการที่ ศธ. 0581.07/2196 เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ใช้สถานที่ในการทดลองกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า

4. การทดสอบงาน ณ สถานที่จริง เพื่อหาประสิทธิภาพและบันทึกผล

ทดสอบงานจริงวันอังคารที่ 30 สิงหาคม 2554 ผู้ร่วมปฏิบัติงานทั้งหมดนัดพบกันที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เวลา 03.00 น. บริเวณโรงงานฝึกพื้นฐานทางวิศวกรรม จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ ลากรถบรรทุกกังหันฯ ออกจากโรงงานฯ เพื่อเตรียมขนขึ้นรถบรรทุก 6 ล้อ เพื่อนำไปทดสอบงานจริง ณ แคว ริเวอร์ไซด์ รีสอร์ท จังหวัดกาญจนบุรี ขนอุปกรณ์เสร็จออกเดินทางเวลา 05.00 น. รายละเอียดดังภาพ



ภาพที่ 3-61
ภาพแสดงการขนกังหันขึ้นรถบรรทุก 6 ล้อ



ภาพที่ 3-62
ภาพแสดงการผูกยึดกับรถบรรทุก

ภาพที่ 3-63
ภาพแสดงพร้อมที่จะเดินทางไปทดลอง

ภาพที่ 3-64
ถึงสถานที่ทดลอง 7.00 น. ที่ปรึกษาโครงการฯ และผู้ปฏิบัติงานทำพิธีไหว้สิ่งศักดิ์สิทธิ์

ภาพที่ 3-65 ขออนุญาตสิ่งศักดิ์สิทธิ์ เพื่อสร้างขวัญและกำลังใจในการทดสอบงาน

4.1 การเลือกเวลาเริ่มทดลองปฏิบัติงาน

คณะผู้ปฏิบัติงานประกอบด้วยหัวหน้าโครงการฯ และนักศึกษาในโครงการฯ ไปถึงสถานที่ทดลอง 7.00 น. ขณะนั้นเป็นเวลาที่ระดับน้ำของแม่น้ำแควใหญ่อยู่ในระดับต่ำสุด จากการสอบถามบุคคลในพื้นที่ทราบว่า น้ำจะเริ่มขึ้นในช่วงบ่ายและจะขึ้นสูงสุดเวลา 18.00 น. ถ้าต้องการให้มีกระแสน้ำไหลเร็วจะต้องทดลองเวลา 18.00 น.

4.2 การตัดสินใจปฏิบัติงาน

หัวหน้าโครงการฯ ตัดสินใจปฏิบัติงานทันที ด้วยเหตุผล ดังนี้

1) ถ้าเลือกทดลอง เวลา 18.00 น. ซึ่งมีระดับน้ำสูงสุดและมีความเร็วการมากสุด แต่การทดลองดังกล่าวปฏิบัติงานตอนพลบค่ำ และต้องทดสอบการทำงาน 5-6 ชั่วโมงซึ่งเป็นเวลากลางคืนอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุ และอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานได้เนื่องจาก ไม่ได้เตรียมอุปกรณ์ส่องสว่างมา

2) ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการทดลองมากขึ้น คือ ค่าเหมารถรับจ้างบรรทุกเพิ่มขึ้นอีก 50 % เสียค่าใช้จ่ายเปิดห้องพักและอาหารอีกประมาณ 10,000 บาท

จากเหตุผลข้อที่ 1 หัวหน้าโครงการฯให้ความสำคัญเรื่องความปลอดภัยมาก จึงตัดสินใจทดลองงานทันทีโดยไม่ต้องรอระดับน้ำขึ้น ซึ่งขณะที่เริ่มทดลองกระแสน้ำมีความเร็วการไหล 9-10 เมตร/นาที สามารถที่จะใช้ในการทดลองได้

4.3 ปฏิบัติการทดสอบงานจริง 5 ชั่วโมง (เริ่มเก็บข้อมูล 8.00 – 13.00 น.)

รายละเอียดการเตรียมยกกังหันลงจากรถบรรทุก และการทดสอบงานจริงดังภาพ

ภาพที่ 3-66

หัวหน้าโครงการแจ้งเจ้าของพื้นที่และ
นำรถบรรทุกเข้าจุดพื้นที่ทดสอบงาน

ภาพที่ 3-67

หัวหน้าโครงการและนักศึกษาร่วมปฏิบัติงานยกอุปกรณ์
กังหันน้ำฯ ลงน้ำ

ภาพที่ 3-68

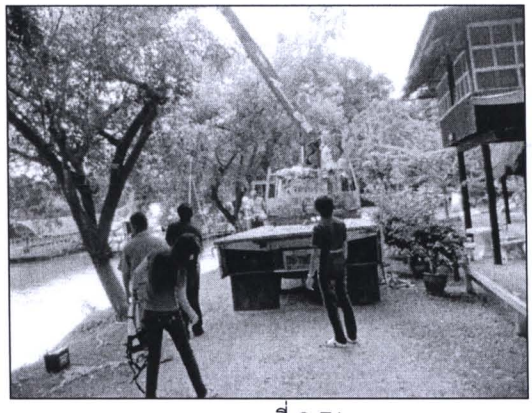
แสดงการประกอบหางเสือของทุ่นกังหันน้ำก่อนลงทดสอบ

ภาพที่ 3-69

แสดงการยกกังหันลงจากรถบรรทุก

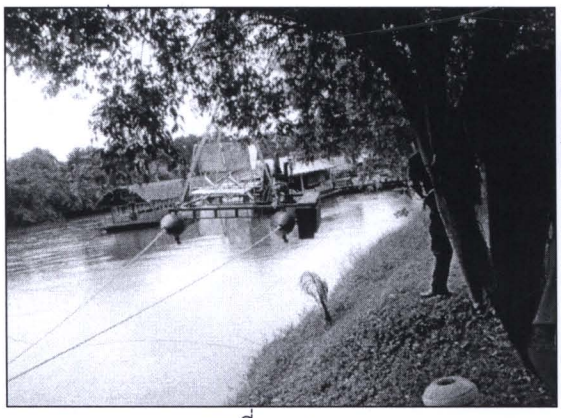
ภาพที่ 3-70

แสดงการยกลอยระดับที่สูงมากเนื่องจาก
จุดที่ยกติดต้นไม้



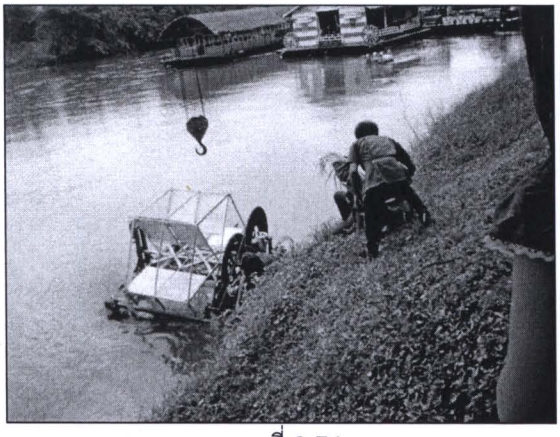
ภาพที่ 3-71

แสดงการยกลอยระดับที่สูงมาก

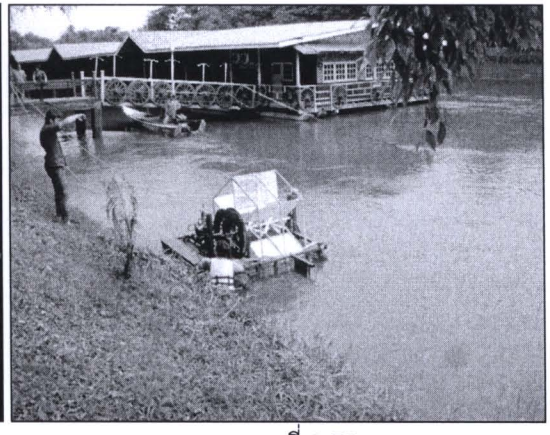


ภาพที่ 3-72
แสดงการยกกังหันลงแม่น้ำแควใหญ่

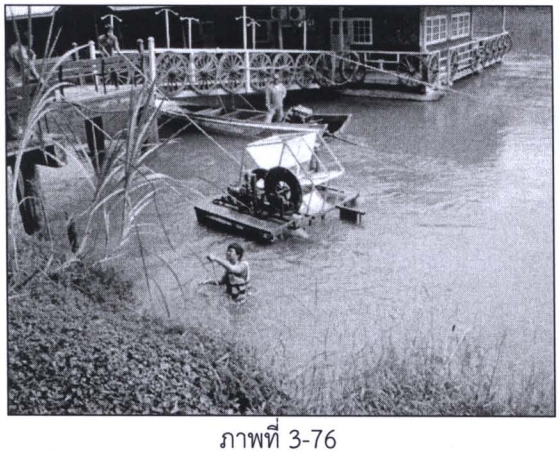
ภาพที่ 3-73
แสดงการยกกังหันลงสัมผัสผิวน้ำ



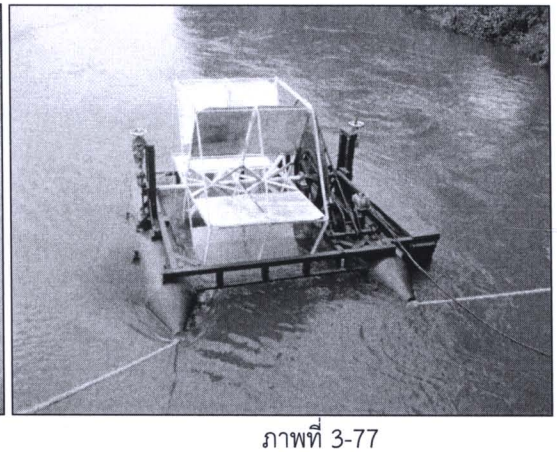
ภาพที่ 3-74
แสดงการยกกังหันลงสัมผัสผิวน้ำแล้ว



ภาพที่ 3-75
แสดงการลากกังหันน้ำด้วยเชือกไปผูกบนราวสะพาน
เพื่อทดลอง

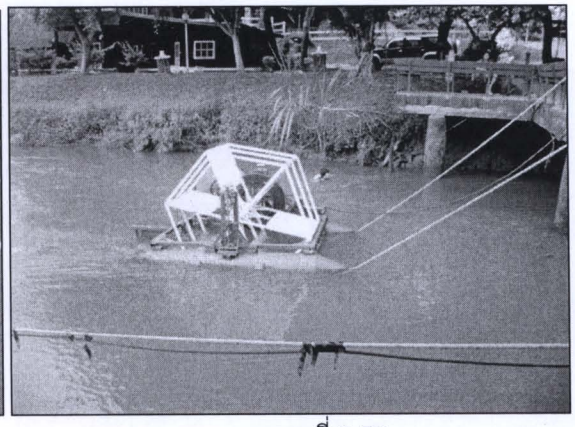


ภาพที่ 3-76
แสดงการผูกเชือกบริเวณจุดทดสอบกังหันน้ำฯ

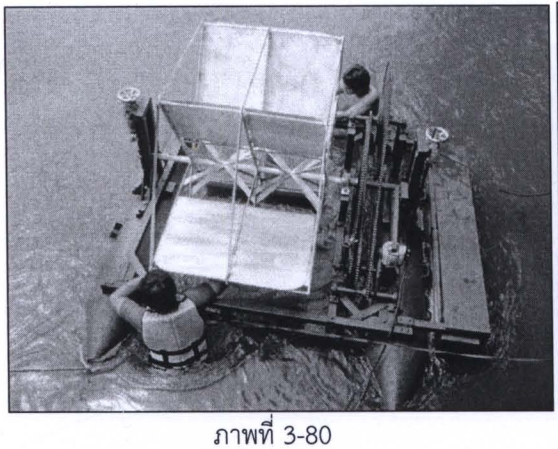


ภาพที่ 3-77
ผูกกังหันน้ำฯ ด้วยเชือก ต่อระบบสายไฟจากไดชาร์จ
บนกังหันมาบนฝั่งและเริ่มทดสอบงานจริง

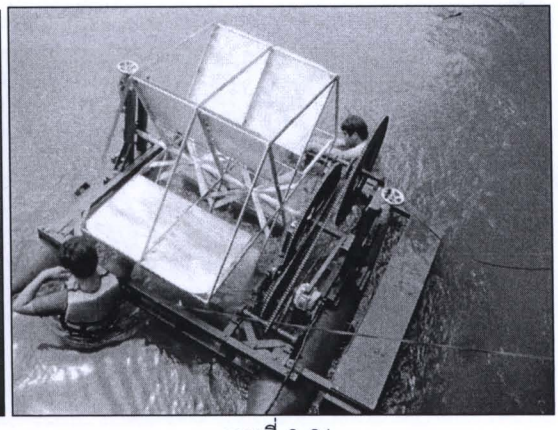
ภาพที่ 3-78
กังหันหมุนด้วยความเร็วรอบ 3 รอบ/นาที



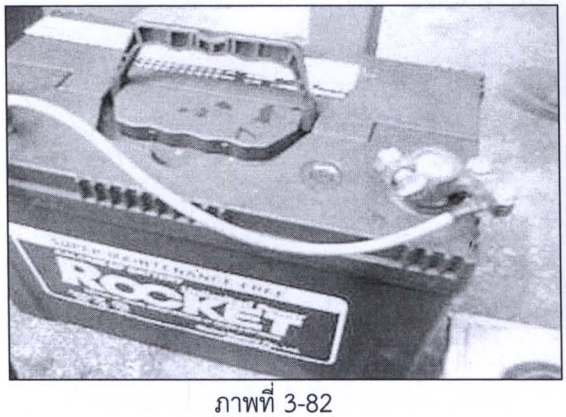
ภาพที่ 3-79
กังหันสามารถลอยตัวอยู่ในน้ำอย่างสมดุลและหมุนผลิตกระแสไฟฟ้าผ่านได้ชาร์ต 120 แอมป์



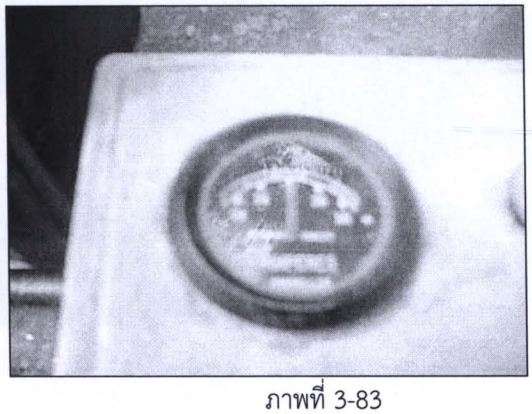
ภาพที่ 3-80
ที่ปรึกษาโครงการฯ สั่งให้นักศึกษาปรับการหมุนของใบเป็นแบบพับเปิดปิดได้



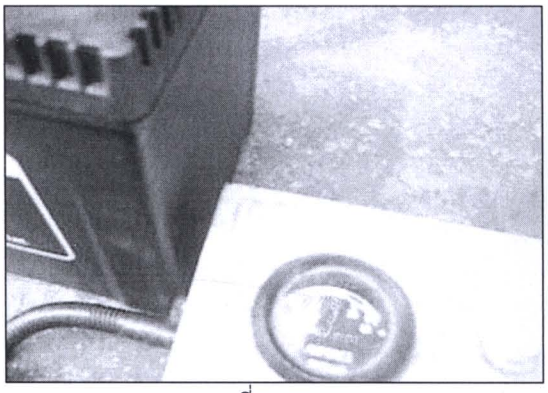
ภาพที่ 3-81
การปรับใบกังหันให้หมุนแบบพับเปิดปิดได้ โดยการคลายสกรูยึดใบเท่านั้น



ภาพที่ 3-82
แสดงการต่อสายไดชาร์ตจากกังหันน้ำฯ สู่แบตเตอรี่ 120 แอมป์

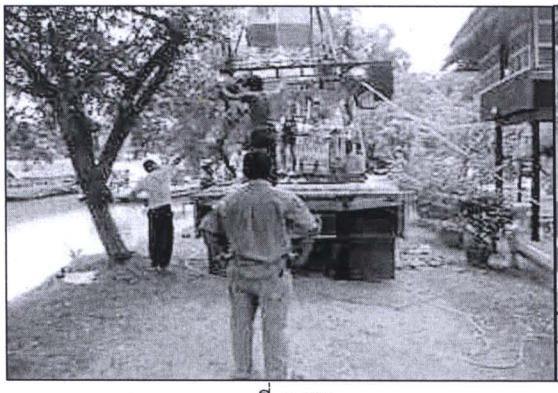


ภาพที่ 3-83
แสดงกระแสที่ชาร์ตได้เริ่มต้นเป็นศูนย์

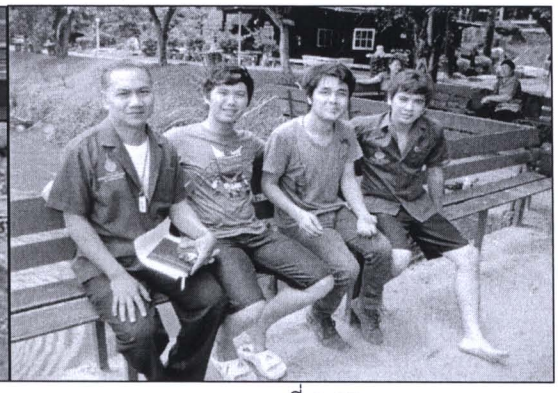


ภาพที่ 3-84
แสดงกระแสที่ชาร์ต์ได้อ่านค่าเฉลี่ย ได้ 5 แอมป์

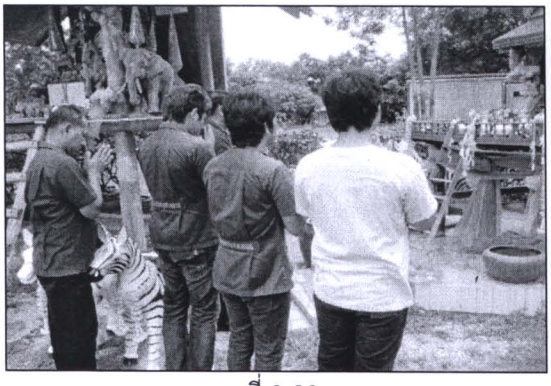
ภาพที่ 3-85
เมื่อทดสอบกังหันน้ำถึงเวลาที่กำหนด 13.00 น.ต้องเก็บเครื่องกลับตามแผน สังเกตจากภาพระดับน้ำจะมีความสูงมากกว่าระดับเริ่มทดลองและมีอัตราการไหล 12-15 เมตร/นาที



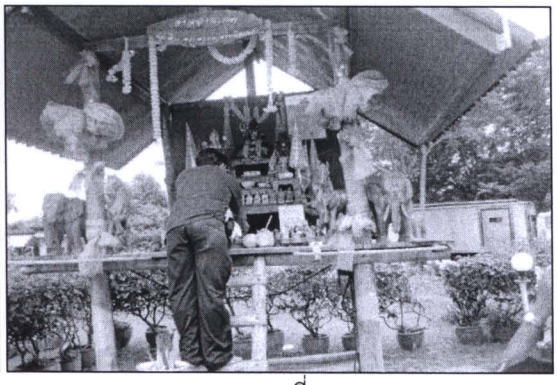
ภาพที่ 3-86
ภาพการขนกังหันน้ำกลับกรุงเทพฯ



ภาพที่ 3-87
ภาพนักศึกษาที่ร่วมโครงการฯ



ภาพที่ 3-88
เมื่อทดสอบงานเสร็จแล้วที่ปรึกษาพานักศึกษาในโครงการทำพิธีกล่าวขอบคุณสิ่งศักดิ์สิทธิ์



ภาพที่ 3-89
ที่ปรึกษานำของไหว้ที่จัดเตรียม กล้วยน้ำว้า นมกล่องน้ำแดง วางบนศาล

ภาพที่ 3-90
ที่ปรึกษากล่าวขอบคุณเจ้าของสถานที่
คุณชฎาวดี วงศ์โสภา และมอบของขอบคุณ

ภาพที่ 3-91
คณะผู้ทำงานถ่ายรูปหมู่ที่ระลึกกับเจ้าของสถานที่

ภาพที่ 3-92
ที่ปรึกษากล่าวขอบคุณเจ้าของสถานที่ (คุณตุ๊ก)
และมอบของขอบคุณ

ภาพที่ 3-93
คณะผู้ทำงานถ่ายรูปหมู่ที่ระลึกกับเจ้าของสถานที่