

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการจัดการความรู้ในการออกแบบและติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กโดยอาศัยหลักการออกแบบการทดลองและการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดโดยมีขั้นตอนการวิจัยดังแสดงในรูป 3.1 โดยแบ่งเป็น 3 ส่วนหลักดังนี้วัตถุประสงค์โครงการวิจัย

(1) กระบวนการจัดการความรู้

- การดำเนินการของกระบวนการจัดการความรู้
- การแก้ไขปัญหาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
- การออกแบบการทดลองส่วนประสมกลาง(CCD) เพื่อหาค่าที่เหมาะสมของปัจจัย

(2) กระบวนการถ่ายทอดความรู้และรักษาความรู้

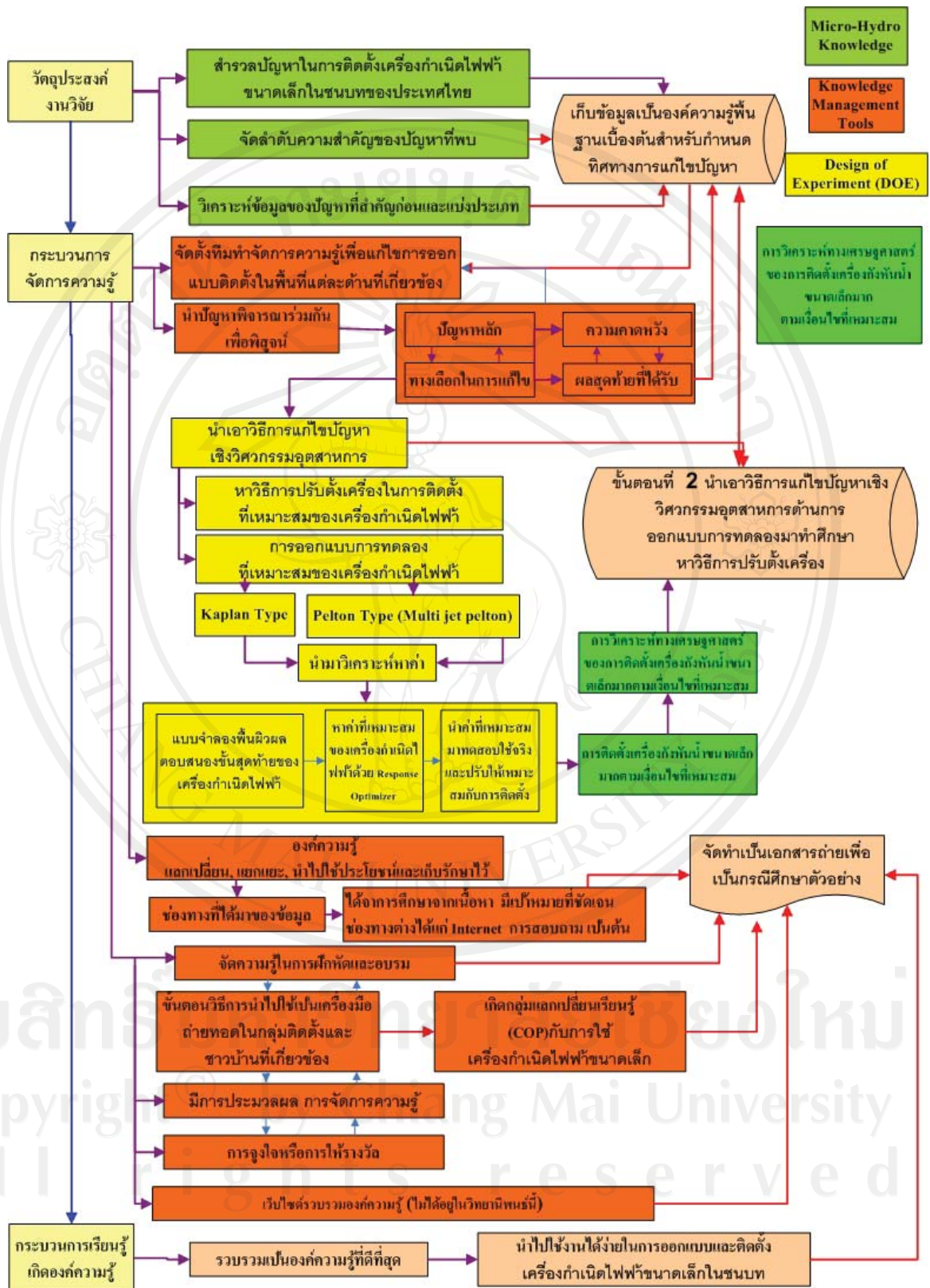
(3) ข้อมูลด้านเทคนิคและด้านการเงินในช่วงดำเนินการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก

มาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved



รูป 3.1 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

การกำหนดวัตถุประสงค์งานวิจัย (Objective Definition)

ผู้วิจัยจะเริ่มทำการสำรวจปัญหาปัญหาในการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กในชนบทของประเทศไทย ต่อจากนั้นทำการจัดลำดับของปัญหาที่พบ แล้วจึงดำเนินการเก็บข้อมูลเพื่อเป็นองค์ความรู้พื้นฐานเบื้องต้นสำหรับการกำหนดทิศทางการแก้ไขปัญห

การสำรวจและวิเคราะห์ปัญหาในออกแบบและการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กมาก แบ่งหัวข้อ เป็น 8 ประเด็น โดยวิธีการจัดการความรู้ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ทางด้านเทคนิคการติดตั้ง และกลุ่มผู้ใช้ทั่วไป ดังนี้

(1) ประชุมกลุ่ม ทางด้านเทคนิคการติดตั้ง มีผู้ร่วมประชุมแลกเปลี่ยน งานด้านไฟฟ้า เครื่องกล ประสิทธิภาพ โรงงานซ่อมสร้าง งานวางแผน 10 ท่าน (ที่เขื่อนภูมิพล)

(2) ประชุมกลุ่ม กลุ่มผู้ใช้ทั่วไป มีผู้ร่วมประชุมแลกเปลี่ยน ผู้นำหมู่บ้าน อบต. ครู ชาวบ้านรู้ งานเทคนิค ชาวบ้านทั่วไป 10 ท่าน (ที่เขื่อนภูมิพล)

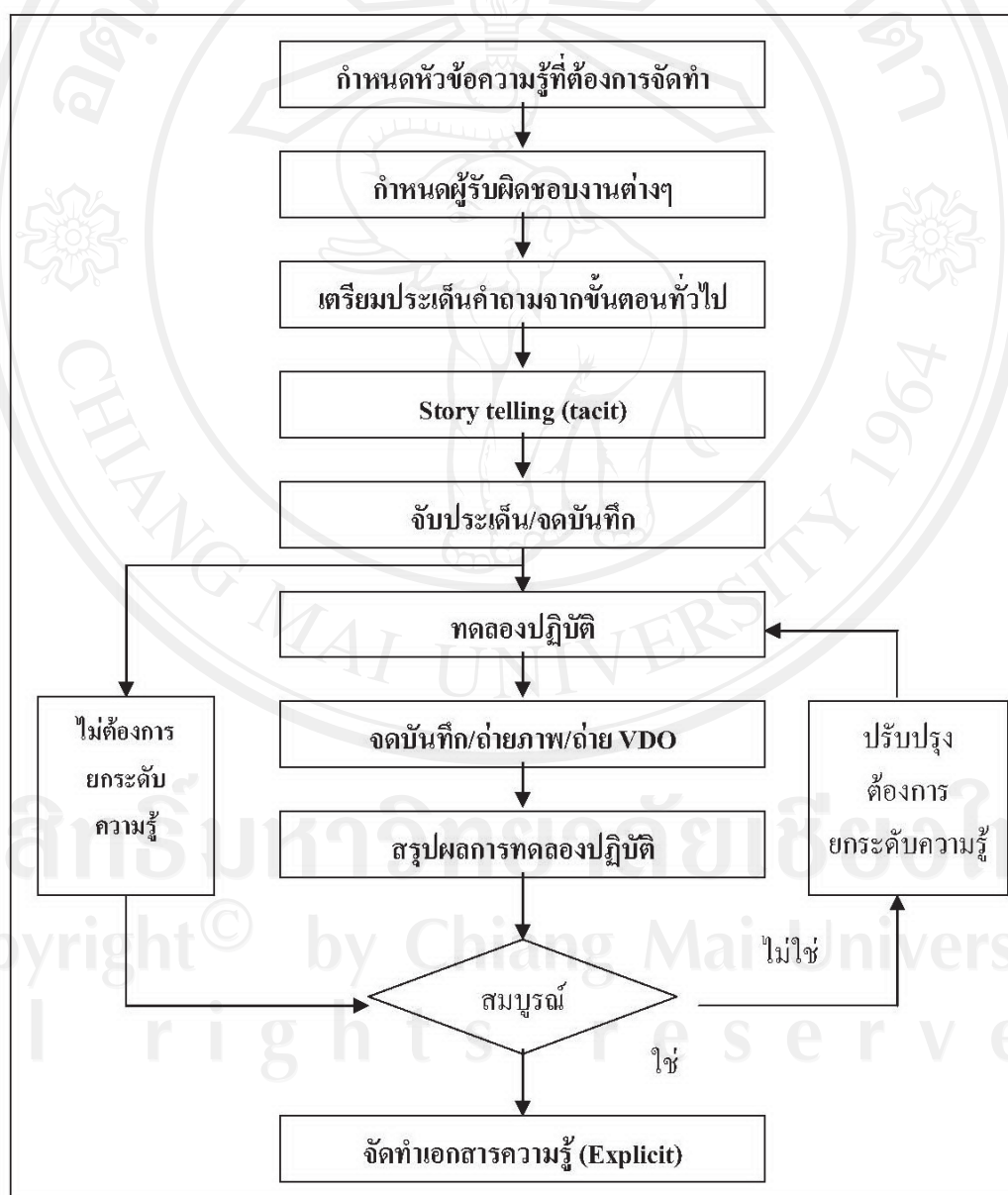
ตารางที่ 3.1 สรุปปัญหาและแนวทางแก้ไขในงานการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กในชนบทของประเทศไทย

ลำดับ	ประเด็นงานวิจัย	ปัญหา	แนวทางในการแก้ไขเบื้องต้น	ลำดับความเร่งด่วน
1	ความรู้พื้นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กมาก			
2	แบบแผนและการวางแผนโครงการ			
3	การวางแผนงานและการสำรวจพื้นที่			
4	การออกแบบและติดตั้งเครื่องกังหันน้ำเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า			
5	ระบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าและการวางสายภายในบ้าน			
6	การทดสอบ			
7	การวางแผนการวางสายดินการป้องกัน			
8	การตรวจสอบการนำเข้าใช้งานและความผิดพลาด การบำรุงรักษา			

3.2 กระบวนการจัดการความรู้ (Knowledge Management Process)

3.2.1 การดำเนินการของกระบวนการจัดการความรู้

หลังจากขั้นตอนที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดตั้งทีมเพื่อทำการจัดการความรู้เพื่อแก้ไขการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กในชนบทของประเทศไทยในแต่ละด้านที่เกี่ยวข้อง หลังจากนั้นเริ่มดำเนินการกระบวนการจัดการความรู้ ดังรูป ผ่านกระบวนการทำ ARR ของการไฟฟ้าที่ดำเนินการอยู่แล้ว โดยทำการระบุงค์ความรู้จากปัญหา แนวทางการแก้ไข ทางเลือกต่างๆสำหรับการแก้ไข ผลลัพธ์ที่เกยตามมา



รูป 3.2 กระบวนการจัดการความรู้

ตารางที่ 3.2 การจัดการความรู้ ทบทวนและเรียนรู้จากการปฏิบัติในงานการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กในชนบทของประเทศไทย

การจัดการความรู้ ทบทวนและเรียนรู้จากการปฏิบัติ			
กลุ่มงานหรือ หน่วยงาน		ครั้งที่	
ชื่อภารกิจ/งาน			
วันที่ปฏิบัติ	การดำเนินงาน	☐ ก่อน ☐ หลัง	
ผู้ร่วม แลกเปลี่ยน เรียนรู้	1.	2.	3.
	4.	5.	6.
	7.	8.	9.
คุณลิขิต			
เป้าหมายของภารกิจ/งาน		ที่มา / ปัญหา / เกิดที่ไหน	
.....			
.....			
.....			
.....			
สิ่งที่ดำเนินการ		สิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง	
.....			
.....			
.....			
.....			
.....			
สรุปประเด็นสำคัญบทเรียนการปฏิบัติที่เกิดขึ้น			
.....			
.....			
.....			
วิธีปฏิบัติในการปฏิบัติภารกิจ/งานที่จะดำเนินงานครั้งต่อไป			
.....			
.....			
.....			

3.2.2 การแก้ไขปัญหาวិสมกรรมอุตสาหการ

นำเอาเทคนิคการแก้ไขปัญหาวิสมกรรมอุตสาหการด้านการออกแบบการทดลองมาทำการศึกษาหาวิธีการปรับตั้งเครื่องในการติดตั้งที่เหมาะสมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก แบบ Kaplan และ Pelton

3.2.3 การออกแบบการทดลองส่วนประสมกลาง (CCD) เพื่อหาค่าที่เหมาะสมของปัจจัย

โดยพิจารณาจากขอบเขตการทดสอบ ดังตาราง ที่ 3.3 และ 3.4 เปรียบเทียบกับข้อมูลด้านเทคนิคของเครื่องที่ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบการทดลองส่วนประสมกลาง จากปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าจากการเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กแบบ Kaplan และ Pelton ผลลัพธ์อย่างมีสำคัญจากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองทางสถิติแล้วทำการทดลองซ้ำขึ้นแล้วจึงทำการวิเคราะห์ต่อไปดังนี้

- (1) วิเคราะห์ความแปรปรวนของผลตอบความต่างศักย์และความถี่
- (2) วิเคราะห์ส่วนตกค้างและตรวจสอบความเพียงพอของแบบจำลองในทางสถิติ
- (3) สร้างแบบจำลองพื้นผิวผลตอบของกระบวนการกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าจากการเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กแบบ Kaplan และ Pelton
- (4) หาค่าที่เหมาะสมที่สุดของแต่ละปัจจัยในกระบวนการกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าจากการเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กแบบ Kaplan และ Pelton จากแบบจำลองพื้นผิวผลตอบของกระบวนการดังนี้โดยใช้ Response Optimizer ร่วมกับ ฟังก์ชันความพึงพอใจ (Desirability Function)

- (5) ทำการทดลองยืนยันเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการ โดยให้ช่วงเวลาในการทำการทดลองเป็นตัวแปรบล็อก การทดลองนี้มี 3 ซ้ำ โดยทำซ้ำที่แต่ละช่วงเวลา (1 ชั่วโมง 14 ชั่วโมง การทดลอง) จากนั้นจึงทำการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลดังตาราง 3.3 และ 3.4 จากปัจจัยความดันและอัตราการไหล

ตารางที่ 3.3 ผลการทดลองในแต่ละเงื่อนไขในการทดลองของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan

ลำดับการทดลอง มาตรฐาน	ลำดับการทดลอง ตาม ตารางคู่	Pt Type	Blocks	ค่าระดับปัจจัย		ผลตอบ (Y)		
				Pressure	Flow Rate	Voltage	Frequency	Load
1	1	1	1	1	2.56			
2	2	1	1	2.8	2.56			
3	3	1	1	1	5.35			
4	4	1	1	2.8	5.35			
5	5	0	1	1.9	3.955			
6	6	0	1	1.9	3.955			
7	7	0	1	1.9	3.955			
8	8	-1	2	0.627208	3.955			
9	9	-1	2	3.172792	3.955			
10	10	-1	2	1.9	1.982			
11	11	-1	2	1.9	5.928			
12	12	0	2	1.9	3.955			
13	13	0	2	1.9	3.955			
14	14	0	2	1.9	3.955			
15	15	1	1	1	2.56			
16	16	1	1	2.8	2.56			
17	17	1	1	1	5.35			
18	18	1	1	2.8	5.35			
19	19	0	1	1.9	3.955			
20	20	0	1	1.9	3.955			
21	21	0	1	1.9	3.955			

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

ลำดับการ ทดลอง มาตรฐาน	ลำดับการ ทดลอง ตาม ตารางสุ่ม	Pt Type	Blocks	ค่าระดับปัจจัย		ผลตอบ (Y)		
				Pressure	Flow Rate	Voltage	Frequency	Load
23	23	-1	2	3.172792	3.955			
24	24	-1	2	1.9	1.982			
25	25	-1	2	1.9	5.928			
26	26	0	2	1.9	3.955			
27	27	0	2	1.9	3.955			
28	28	0	2	1.9	3.955			
29	29	1	1	1	2.56			
30	30	1	1	2.8	2.56			
31	31	1	1	1	5.35			
32	32	1	1	2.8	5.35			
33	33	0	1	1.9	3.955			
34	34	0	1	1.9	3.955			
35	35	0	1	1.9	3.955			
36	36	-1	2	0.627208	3.955			
37	37	-1	2	3.172792	3.955			
38	38	-1	2	1.9	1.982			
39	39	-1	2	1.9	5.928			
40	40	0	2	1.9	3.955			
41	41	0	2	1.9	3.955			
42	42	0	2	1.9	3.955			

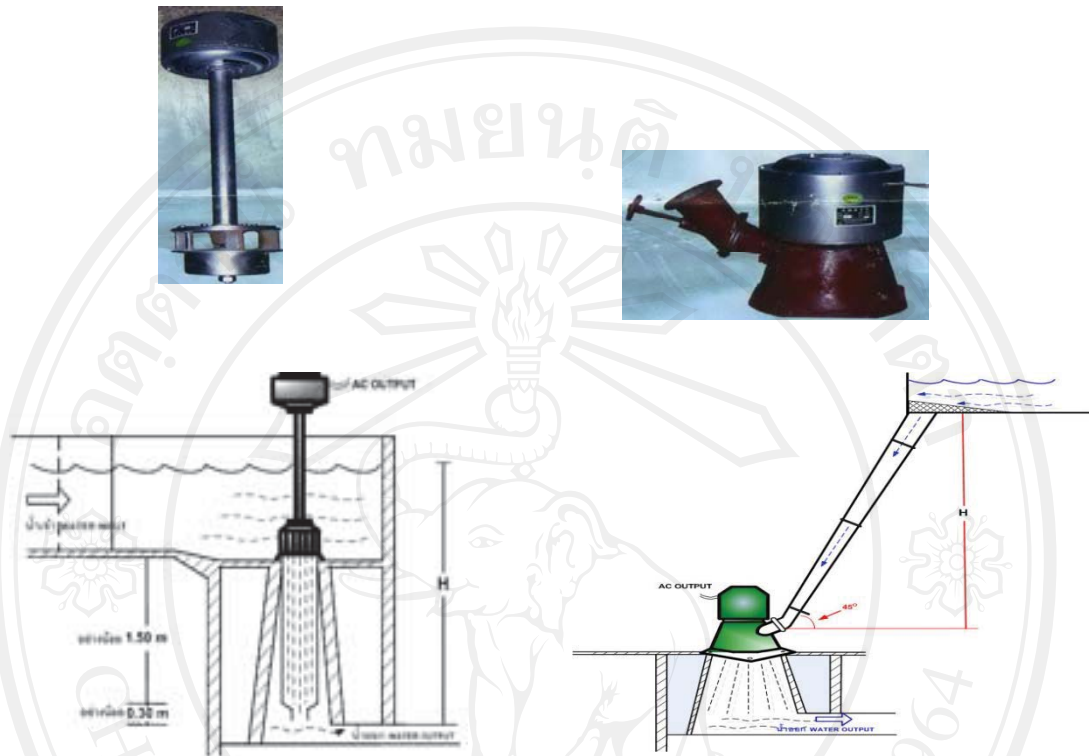
ตารางที่ 3.4 ผลการทดลองในแต่ละเงื่อนไขในการทดลองของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Pelton

ลำดับการทดลอง มาตรฐาน	ลำดับการทดลองตาม ตารางคู่	PtType	Blocks	ค่าระดับปัจจัย		ผลตอบ (Y)		
				Pressure	Flow Rate	Voltage	Frequency	Load
1	1	1	1	1	2.56			
2	2	1	1	2.8	2.56			
3	3	1	1	1	5.35			
4	4	1	1	2.8	5.35			
5	5	0	1	1.9	3.955			
6	6	0	1	1.9	3.955			
7	7	0	1	1.9	3.955			
8	8	-1	2	0.627208	3.955			
9	9	-1	2	3.172792	3.955			
10	10	-1	2	1.9	1.9822			
11	11	-1	2	1.9	5.9278			
12	12	0	2	1.9	3.955			
13	13	0	2	1.9	3.955			
14	14	0	2	1.9	3.955			
15	15	1	1	1	2.56			
16	16	1	1	2.8	2.56			
17	17	1	1	1	5.35			
18	18	1	1	2.8	5.35			
19	19	0	1	1.9	3.955			
20	20	0	1	1.9	3.955			
21	21	0	1	1.9	3.955			
22	22	-1	2	0.627208	3.955			

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

ลำดับการทดลองมาตรฐาน	ลำดับการทดลองตามตารางคู่	PtType	Blocks	ค่าระดับปัจจัย		ผลตอบ (Y)		
				Pressure	Flow Rate	Voltage	Frequency	Load
24	24	-1	2	1.9	1.9822			
25	25	-1	2	1.9	5.9278			
26	26	0	2	1.9	3.955			
27	27	0	2	1.9	3.955			
28	28	0	2	1.9	3.955			
29	29	1	1	1	2.56			
30	30	1	1	2.8	2.56			
31	31	1	1	1	5.35			
32	32	1	1	2.8	5.35			
33	33	0	1	1.9	3.955			
34	34	0	1	1.9	3.955			
35	35	0	1	1.9	3.955			
36	36	-1	2	0.627208	3.955			
37	37	-1	2	3.172792	3.955			
38	38	-1	2	1.9	1.9822			
39	39	-1	2	1.9	5.9278			
40	40	0	2	1.9	3.955			
41	41	0	2	1.9	3.955			
42	42	0	2	1.9	3.955			

ข้อมูลเครื่องกังหันพลังน้ำที่ใช้ทดสอบ



รูป 3.3 ของเครื่องกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมากและลักษณะการทำงาน

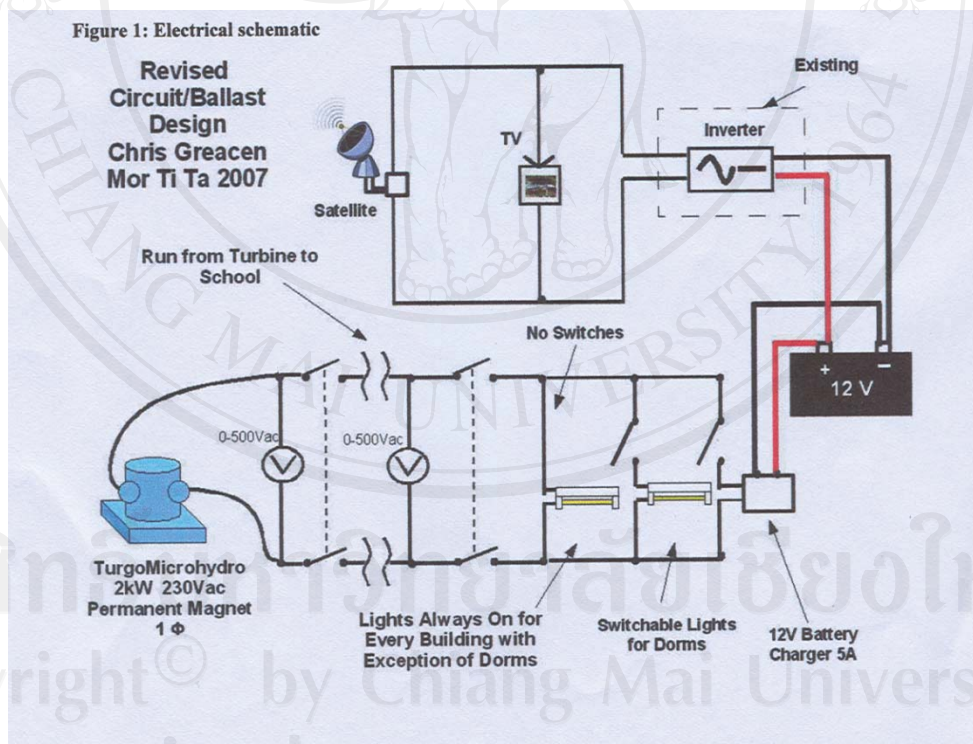
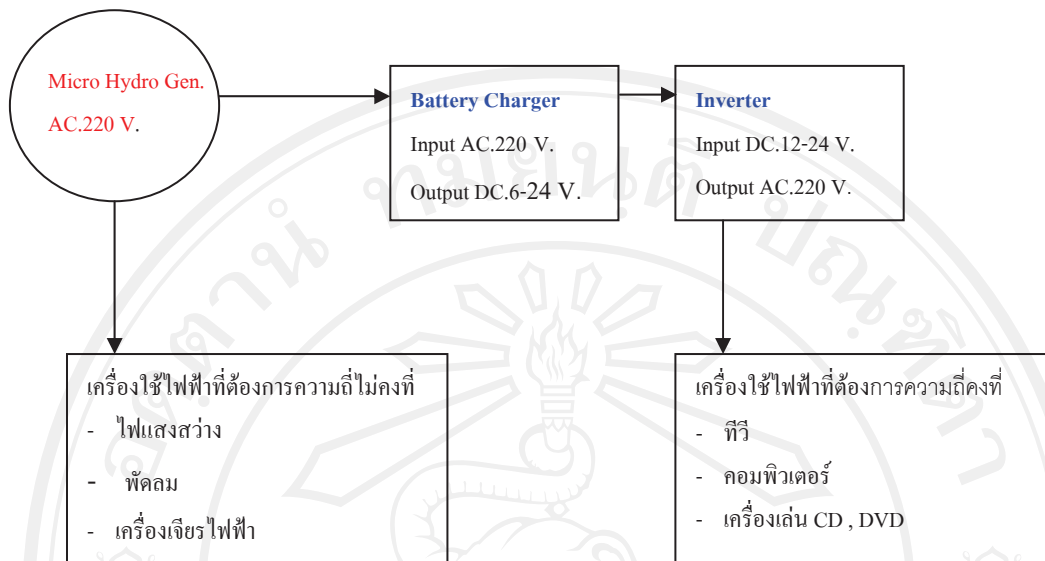
ตารางที่ 3.5 แสดงข้อมูลมาตรฐานของเครื่องกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก ที่ใช้ในการทดสอบ

Kaplan Type or Propeller Type		Pelton Type or Turgo Type	
Description	Design Value	Design Value	Unit
Head	1.2 - 8	15 - 75	m.
Current	6.4	6.4	Amp.
Power	3,000	3,000	Watts
Flow Rate	0.1	0.03	m ³ /sec.
Voltage	230	230	V.
Speed	750 - 1,500	750 - 1,500	Rpm.
Serial No.	ZD 8-W-16/3.7	XJ 8-W-16/3.7	-
Inlet Pipe Dia.		3	Inch.

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

- (1) Pressure Gauge
- (2) Flow Meter
- (3) Multi Meter
- (4) Capacitor ขนาด $4\ \mu\text{F}$ จำนวน 11 ตัว
- (5) หลอดไฟแสงสว่าง ขนาด 250 W จำนวน 3 หลอด
- (6) สปอร์ตไลท์ ขนาด 500 W จำนวน 3 หลอด
- (7) Grinder ไฟฟ้า ขนาด 710 W จำนวน 1 ตัว
- (8) Grinder ไฟฟ้า ขนาด 1,050 W จำนวน 1 ตัว
- (9) เครื่องชาร์จแบตเตอรี่ ขนาดชาร์จออก 10 – 24 V.DC. จำนวน 1 เครื่อง
- (10) เครื่องชาร์จแบตเตอรี่ ขนาดชาร์จออก 6 – 24 V.DC. จำนวน 1 เครื่อง
- (11) กาต้มน้ำ ขนาด 670 W จำนวน 1 อัน
- (12) ทีวีสี ขนาด 65 W จำนวน 1 เครื่อง
- (13) ท่อส่งน้ำขนาด $\varnothing\ 3$ นิ้ว และ $\varnothing\ 4$ นิ้ว พร้อมข้อต่อ ประเก็น และ Main Valve
- (14) Pelton Hydro Turbine ขนาด 1 kW 1 เครื่อง ขนาด 3 kW 1 เครื่อง

การต่อวงจรไฟฟ้า ของเครื่องกังหันน้ำขนาดเล็กแบบ Pelton Turbine เพื่อนำไปใช้งาน

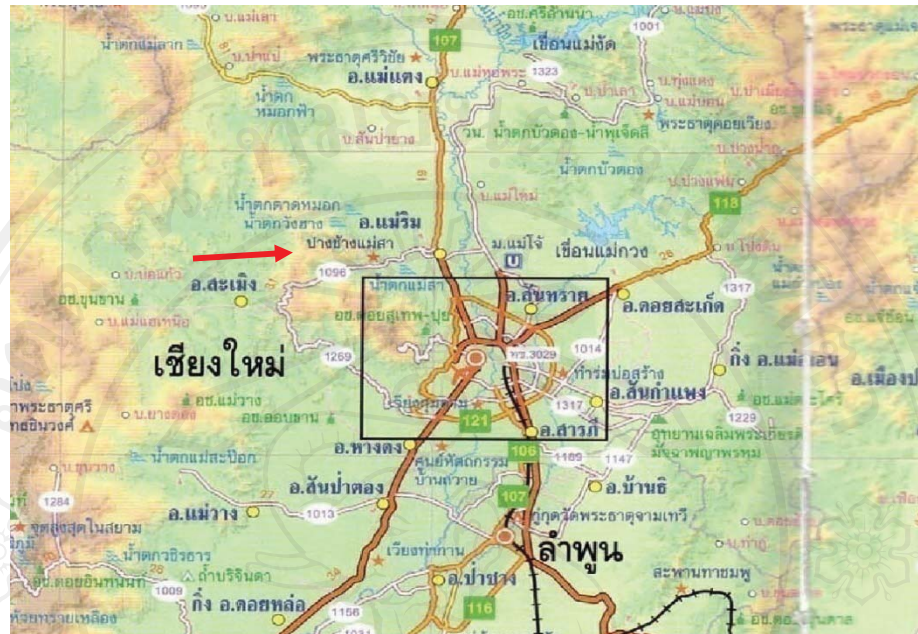


รูป 3.4 วงจรลักษณะการทำงานที่ผลิตกระแสไฟฟ้าของเครื่องกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก

(Chris Greacen and Andrew Pascale: 2007)

ข้อมูลสถานที่ทดสอบ

น้ำตกแม่สา อำเภอมะริม จังหวัดเชียงใหม่



รูป 3.5 แผนที่ตำแหน่งน้ำตกแม่สา



รูป 3.6 สถานที่น้ำตกแม่สา

กฟผ. เขื่อนภูมิพล อำเภอสามเงา จังหวัดตาก



รูป 3.7 แผนที่ตำแหน่งเขื่อนภูมิพล



รูป 3.8 สถานที่เขื่อนภูมิพล

3.3 กระบวนการถ่ายทอดความรู้และรักษาความรู้

นำองค์ความรู้ที่ได้จากขั้นที่ 2 มาจัดทำเป็นเอกสารถ่ายเพื่อเป็นกรณีศึกษาตัวอย่าง เพื่อใช้ในการถ่ายทอดในกลุ่มติดตั้งและชาวบ้านที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก โดยเน้นการสร้างกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Community of Practical: COP) ร่วมกับการให้รางวัลใจ

- (1) ความรู้พื้นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กมาก
- (2) แบบแผนและ การวางแผนโครงการ
- (3) การวางแผนงานและการสำรวจพื้นที่
- (4) การออกแบบและติดตั้งเครื่องกั้นน้ำ เครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า
- (5) ระบบการจ่ายกระแสไฟฟ้า และการวางสายภายในบ้าน
- (6) การวางแผนการวางสายดิน การป้องกัน
- (7) การทดสอบอุปกรณ์
- (8) การตรวจสอบการนำเข้าใช้งานและความผิดพลาด การบำรุงรักษา

3.4 ข้อมูลด้านเทคนิคและด้านการเงินในช่วงดำเนินการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กมาก

3.4.1 สรุปข้อมูลด้านเทคนิคการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กมาก แบบเพลตันเท

อร์บาย (Pelton Turbine)

สำหรับข้อมูลด้านเทคนิคการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กมาก ประกอบด้วย

- (1) ระบบท่อส่งน้ำที่ต่อออกมาจากหัวฝายทำจากท่อPVC ชนิดหนาเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร ยาว 108 เมตร
- (2) วาล์วที่ติดตั้งในระบบคือ วาล์วน้ำใหญ่ระบายน้ำไหลผ่านเข้าเครื่อง วาล์วควบคุม น้ำเข้าเครื่อง (Needle Valve) สำหรับใช้เดินเครื่อง และวาล์วน้ำไหลผ่านทิ้ง (Bypass Valve)
- (3) ติดตั้งเครื่องจะเป็นแบบเพลตันเทอร์บาย (Pelton Turbine) กังหันกำลังการผลิต 3000 วัตต์(จากการทดสอบ ประสิทธิภาพกังหันน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า อยู่ที่ 40 เปอร์เซ็นต์ หรือ 1200 วัตต์)
- (4) ความสูงหัวน้ำ (Net Head) ประมาณ 25 เมตร
- (5) ปริมาณการไหลของน้ำสูงสุด 8.26 ลิตรต่อวินาที
- (6) ความเร็วรอบของกังหันน้ำ 750-1,500 รอบต่อนาที
- (7) ความเร็วรอบที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 750-1,500 รอบต่อนาที
- (8) เครื่องกำเนิดเป็น Synchronous Generator(แกนแม่เหล็กของRotor ทำจาก แม่เหล็กถาวร) ขนาด 1200 วัตต์ 110-220 โวลต์ 1 เฟส(ผลิตจากประเทศ จีน)
- (9) สายส่งไฟฟ้า 220 โวลต์ 1 เฟสความถี่ไฟฟ้า 50-70 เฮิร์ต
- (10) เครื่องควบคุมความเร็วรอบใช้ Valve ในการควบคุม

โครงการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กมากใช้สำหรับชุมชน หรือครัวเรือนเล็กๆ ภายหลังการติดตั้งสามารถเดินเครื่องและสามารถจ่ายไฟได้เป็นอย่างดี โดยสามารถเดินเครื่องได้เต็มกำลังการผลิต 1100 วัตต์ การทดสอบระบบควบคุมและระบบป้องกันเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงานได้ตรงตามที่ได้ออกแบบไว้ส่งผลให้เกิดความเชื่อมั่นของระบบการจ่ายไฟฟ้าภายในชุมชนมากขึ้น ทำให้การใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์

3.4.2 ข้อมูลด้านการเงินในช่วงดำเนินการติดตั้งระบบ แบบเพลตันเทอร์บาย (Pelton Turbine)

ข้อมูลด้านการเงินที่ได้รวบรวมไว้ทั้งหมด ในด้านการจัดซื้ออุปกรณ์ ด้านเครื่องกล ด้านไฟฟ้าและในช่วงดำเนินการติดตั้งทางด้านเครื่องกลและด้านไฟฟ้า พร้อมการทดสอบระบบ การควบคุมสามารถสรุปในแต่ละด้านได้ดังนี้ ด้านการจัดซื้ออุปกรณ์ด้านเครื่องกล เป็นเงิน

27,481 บาท ด้านไฟฟ้าเป็นเงิน 22,440 บาท การดำเนินการติดตั้งทางด้านเครื่องกลเป็นเงิน 6,400 บาท การดำเนินการติดตั้งทางด้านไฟฟ้า 5,200 บาท รวมทั้งสิ้นเป็นเงิน 61,521 บาท (ไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %) สามารถแยกรายละเอียดได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.6 แสดงอุปกรณ์ด้านเครื่องกล แบบเพลดันเทอร์บาย

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อ หน่วย	หน่วย	ราคารวม	หน่วย
1	ชุดกังหันน้ำพร้อมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	1	ชุด	9,500	บาท	9,500	บาท
2	ท่อน้ำขนาด 4 นิ้ว	27	ท่อน	495	บาท	13,365	บาท
3	ท่อน้ำขนาด 3 นิ้ว	1	ท่อน	350	บาท	350	บาท
4	Gate Valve ขนาด 3 นิ้ว	1	ตัว	3,200	บาท	3,200	บาท
5	Ball Valve ขนาด 1 1/2 นิ้ว (PVC)	1	ตัว	68	บาท	68	บาท
6	ท่อ 3 ทาง ขนาด 4- 1 1/2 นิ้ว	1	ตัว	225	บาท	225	บาท
7	ท่อ 3 ทาง ขนาด 4- 1/2 นิ้ว	1	ตัว	225	บาท	225	บาท
8	Elbow ขนาด 4 นิ้ว 45	2	ตัว	24	บาท	48	บาท
9	อุปกรณ์อื่นๆ (วัสดุสิ้นเปลือง)	1	ชุด	500	บาท	500	บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น						27,481	บาท

ตารางที่ 3.7 แสดงอุปกรณ์ด้านไฟฟ้า แบบเพลดันเทอร์บาย

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อ หน่วย	หน่วย	ราคารวม	หน่วย
1	Indicator Lamp	1	ตัว	100	บาท	100	บาท
2	Voltmeter	1	ตัว	250	บาท	250	บาท
3	Ammeter	1	ตัว	250	บาท	250	บาท
4	Hz meter	1	ตัว	250	บาท	250	บาท
5	ชุดควบคุม Ballast Load	1	ชุด	3,500	บาท	3,500	บาท
6	หลอดประหยัดไฟ	10	หลอด	100	บาท	1000	บาท
7	Circuit Breaker 10 A. (1P)	1	ตัว	1,100	บาท	1,100	บาท
8	Over Load 49G	1	ตัว	470	บาท	470	บาท
9	Control Panel	1	ตัว	1,250	บาท	1,250	บาท

ตารางที่ 3.7 (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อ หน่วย	หน่วย	ราคารวม	หน่วย
10	สาย Control	10	เมตร	7	บาท	70	บาท
11	สาย Power	190	เมตร	50	บาท	9,500	บาท
12	เสาไฟฟ้า พร้อม Rack	7	ต้น	600	บาท	4,200	บาท
13	อุปกรณ์อื่นๆ (วัสดุสิ้นเปลือง)	1	ชุด	500	บาท	500	บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น						22,440	บาท

ตารางที่ 3.8 แสดงค่าดำเนินการติดตั้งด้านเครื่องกล แบบเพลดันเทอร์บาย

ลำดับ	รายการ	จำนวน(คน)	ราคาต่อหน่วย (บาท)	จำนวนวัน	ราคารวม(บาท)
1	ช่างบำรุงรักษาเครื่องกล	2	500	4	4,000
2	แรงทั่วไป	4	200	3	2,400
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น					6,400

ตารางที่ 3.9 แสดงค่าดำเนินการติดตั้งด้านไฟฟ้า แบบเพลดันเทอร์บาย

ลำดับ	รายการ	จำนวน	ราคาต่อหน่วย (บาท)	จำนวนวัน	ราคารวม(บาท)
1	ช่างบำรุงรักษาไฟฟ้า	2	500	4	4,000
2	แรงทั่วไป	2	200	3	1,200
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น					5,200

รวมค่าอุปกรณ์ด้านเครื่องกล เป็นเงินเท่ากับ 27,481 บาท

รวมค่าอุปกรณ์ด้านไฟฟ้า เป็นเงินเท่ากับ 22,440 บาท

รวมค่าดำเนินการติดตั้งด้านเครื่องกล เป็นเงินเท่ากับ 6,400 บาท

รวมค่าดำเนินการติดตั้งด้านไฟฟ้า เป็นเงินเท่ากับ 5,200 บาท

รวมค่าอุปกรณ์และค่าติดตั้งอุปกรณ์ เป็นเงินทั้งสิ้นเท่ากับ 61,521 บาท

3.4.3 สรุปข้อมูลด้านเทคนิคการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กมาก แบบคาปลานเทอร์บาย (Kaplan Turbine)

สำหรับข้อมูลด้านเทคนิคการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กมาก ประกอบด้วย

- (1) ระบบท่อส่งน้ำที่ต่อออกมาจากหัวฝายทำจากท่อ PVC ชนิดหนาเส้นผ่าศูนย์กลาง 150 มิลลิเมตร ยาว 20 เมตร เข้าสู่รางช่องน้ำของTurbine

(2) ติดตั้งเครื่องจะเป็นแบบ Kaplan Turbine) กังหันกำลังการผลิต 3000 วัตต์(จากการทดสอบ ประสิทธิภาพกังหันน้ำ อยู่ที่ 30 เปอร์เซนต์ หรือประมาณ 900 วัตต์)

(3) ความสูงหัวน้ำ (Net Head) ประมาณ 6 เมตร

(4) ปริมาณการไหลของน้ำสูงสุด 65 ลิตรต่อวินาที

(5) ความเร็วรอบของกังหันน้ำ 750-1,500 รอบต่อนาที

(6) ความเร็วรอบที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 750-1,500 รอบต่อนาที

(7) เครื่องกำเนิดเป็น Synchronous Generator (แกนแม่เหล็กของRotor ทำจากแม่เหล็กถาวร) ขนาด 900 วัตต์ 110-220 โวลต์ 1 เฟส(ผลิตจากประเทศ จีน)

(8) สายส่งไฟฟ้า 220 โวลต์ 1 เฟสความถี่ไฟฟ้า 50-70 เฮิร์ต

โครงการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กมากใช้สำหรับชุมชน หรือครัวเรือนเล็กๆ
 ภายหลังการติดตั้งสามารถเดินเครื่องและสามารถจ่ายไฟได้เป็นอย่างดี โดยสามารถเดินเครื่องได้
 เต็มกำลังการผลิต 900 วัตต์ การทดสอบระบบควบคุมและระบบป้องกันเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงาน
 ได้ตรงตามที่ได้ออกแบบไว้ส่งผลให้เกิดความเชื่อมั่นของระบบการจ่ายไฟฟ้าภายในชุมชนมากขึ้น
 ทำการใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์

3.4.4 ข้อมูลด้านการเงินในช่วงดำเนินการติดตั้งระบบ แบบคาปลานเทอร์บาย

ข้อมูลด้านการเงินที่ได้รับรวมไว้ทั้งหมด ในด้านการจัดซื้ออุปกรณ์ ด้านเครื่องกล ด้านไฟฟ้าและในช่วงดำเนินการติดตั้งทางด้านเครื่องกลและด้านไฟฟ้า พร้อมการทดสอบระบบ การควบคุมสามารถสรุปในแต่ละด้านได้ดังนี้ ด้านการจัดซื้ออุปกรณ์ด้านเครื่องกล เป็นเงิน 16,200 บาท ด้านไฟฟ้าเป็นเงิน 12,440 บาท การดำเนินการติดตั้งทางด้านเครื่องกลเป็นเงิน 3,600 บาท การดำเนินการติดตั้งทางด้านไฟฟ้า 2,400 บาท รวมทั้งสิ้นเป็นเงิน 34,640 บาท (ไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %) สามารถแยกรายละเอียดได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.10 แสดงอุปกรณ์ด้านเครื่องกล แบบคาปทานเทอร์บาย

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อ หน่วย	หน่วย	ราคารวม	หน่วย
1	ชุดกังหันน้ำพร้อมเครื่อง กำเนิดไฟฟ้า	1	ชุด	9,500	บาท	9,500	บาท
2	ท่อน้ำขนาด 6 นิ้ว	6	ท่อน	750	บาท	4,500	บาท
3	รางเหล็ก กว้าง 60 ซม.ยาว 120 ซม. สูง 50 ซม.	1	ตัว	1,200	บาท	1,200	บาท
4	อุปกรณ์อื่นๆ (วัสดุสิ้นเปลือง)	1	ชุด	1000	บาท	1000	บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น						16,200	บาท

ตารางที่ 3.11 แสดงอุปกรณ์ด้านไฟฟ้า แบบคาปลานเทอร์บาย

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อ หน่วย	หน่วย	ราคารวม	หน่วย
1	Indicator Lamp	1	ตัว	100	บาท	100	บาท
2	Voltmeter	1	ตัว	250	บาท	250	บาท
3	Ammeter	1	ตัว	250	บาท	250	บาท
4	Hz meter	1	ตัว	250	บาท	250	บาท
5	ชุดควบคุม Ballast Load	1	ชุด	3,500	บาท	3,500	บาท
6	หลอดประหยัดไฟ	10	หลอด	100	บาท	1000	บาท
7	Circuit Breaker 10 A. (1P)	1	ตัว	1,100	บาท	1,100	บาท
8	Over Load 49G	1	ตัว	470	บาท	470	บาท
9	Control Panel	1	ตัว	1,250	บาท	1,250	บาท
10	สาย Control	10	เมตร	7	บาท	70	บาท
11	สาย Power	50	เมตร	50	บาท	2,500	บาท
12	เสาไฟฟ้า พร้อม Rack	2	ต้น	600	บาท	1,200	บาท
13	อุปกรณ์อื่นๆ (วัสดุสิ้นเปลือง)	1	ชุด	500	บาท	500	บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น						12,440	บาท

ตารางที่ 3.12 แสดงค่าดำเนินการติดตั้งด้านไฟฟ้า แบบคาปลานเทอร์บาย

ลำดับ	รายการ	จำนวน(คน)	ราคาต่อหน่วย (บาท)	จำนวนวัน	ราคารวม (บาท)
1	ช่างบำรุงรักษาเครื่องกล	2	500	2	2,000
2	แรงทั่วไป	4	200	2	1,600
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น					3,600

ตารางที่ 3.13 แสดงค่าดำเนินการติดตั้งด้านไฟฟ้า แบบ Kaplan Teor-bay

ลำดับ	รายการ	จำนวน	ราคาต่อหน่วย (บาท)	จำนวนวัน	ราคารวม(บาท)
1	ช่างบำรุงรักษาไฟฟ้า	2	500	2	2,000
2	แรงทั่วไป	2	200	1	400
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น					2,400

รวมค่าอุปกรณ์ด้านเครื่องกล	เป็นเงินเท่ากับ	16,200	บาท
รวมค่าอุปกรณ์ด้านไฟฟ้า	เป็นเงินเท่ากับ	12,440	บาท
รวมค่าดำเนินการติดตั้งด้านเครื่องกล	เป็นเงินเท่ากับ	3,600	บาท
รวมค่าดำเนินการติดตั้งด้านไฟฟ้า	เป็นเงินเท่ากับ	2,400	บาท
รวมค่าอุปกรณ์และค่าติดตั้งอุปกรณ์	เป็นเงินทั้งสิ้นเท่ากับ	34,640	บาท