

บทที่ 4

ผลการศึกษาวิจัย

หลังจากได้กำหนดเป้าหมายและขอบเขตของขั้นตอนการศึกษาวิจัย ดังที่กล่าวไว้แล้วใน บทที่ 3 จากนั้นได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าวครบทุกขั้นตอน ซึ่งผลการศึกษาการสร้างแบบจำลองและการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของปัจจัยในการติดตั้งเครื่องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก หลังจากในขณะเดียวกันผู้วิจัยได้ดำเนินการตามกระบวนการจัดการความรู้ตามขั้น ดังในรูปที่ 3.1 ของบทที่ 3

ผลการดำเนินงานหลักของงานวิจัยนี้ แบ่งเป็นหัวข้อ ดังนี้

- (1) การสำรวจความต้องการและวิเคราะห์ปัญหา
- (2) การวิเคราะห์ผลการทดลองโดยหลักการออกแบบการทดลอง
- (3) การดำเนินการกระบวนการถ่ายทอดความรู้และรักษาความรู้

4.1 การสำรวจและวิเคราะห์ปัญหาในการออกแบบและการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กมาก

โดยมุ่งเน้น กลุ่มชาวบ้านหรือหน่วยงานทั่วไปที่จะนำไปใช้งานจริง และหน่วยงานที่ความรู้ความเข้าใจที่จะไปติดตั้ง ทำให้เกิดการบูรณาการร่วมกัน ทั้งนี้จะเป็นติดตั้งครั้งแรก หรือสนใจหรือมีความต้องการ

แบ่งหัวข้อ เป็น 8 ประเด็น โดยวิธีการจัดการความรู้ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ทางด้านเทคนิค การติดตั้ง และกลุ่มผู้ใช้ทั่วไป คือ

4.1.1 ประชุมกลุ่ม ทางด้านเทคนิคการติดตั้ง มีผู้ร่วมประชุมแลกเปลี่ยน งานด้านไฟฟ้า เครื่องกล ประสิทธิภาพ โรงงานซ่อมสร้าง งานวางแผน 12 ท่าน (ที่ชื่อนามสกุล) สรุปผลปัญหาต่างๆ ดังนี้

ลำดับ	ประเด็นงานวิจัย	ปัญหา	แนวทางในการแก้ไขเบื้องต้น	ลำดับความเร่งด่วน
1	ความรู้พื้นฐานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กมาก	ส่วนใหญ่จะรู้ ที่อยู่ในโรงไฟฟ้าแต่หน่วยงานโรงงานไม่รู้	แนะนำกลุ่มที่ไม่เกี่ยวข้องกับโรงไฟฟ้า	2
2	แบบแผนและการวางแผนโครงงาน	มีความเข้าใจส่วนใหญ่ แต่ไม่ทั้งหมด	ประชุมชี้แจง แต่ละสาขาวิชาชีพ	3
3	การวางแผนงานและการสำรวจพื้นที่	มีความเข้าใจส่วนใหญ่ แต่ไม่เข้าใจวิธีการภาคสนาม	ประชุมชี้แจง แต่ละสาขาวิชาชีพ	4
4	การออกแบบและติดตั้งเครื่องกังหันน้ำเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า	วิธีการออกออกแบบการทดสอบ หรือเลือกใช้ใช้งาน	ทำการทดสอบอุปกรณ์ หัววิธีการเลือก	1
5	ระบบการจ่ายกระแสไฟฟ้า และการวางแผนสายภายในบ้าน	ไม่มีความเข้าใจทั้งหมด	ประชุมชี้แจง แต่ละสาขาวิชาชีพ	5
6	การวางแผนการวางสายดิน การป้องกัน	ไม่เข้าใจวิธีการทั้งหมด	- ประชุมชี้แจง	8
7	การทดสอบ	ไม่รู้ขั้นตอนทั้งหมดทุกคน	- ประชุมชี้แจง แต่ละสาขาวิชาชีพ	6
8	การตรวจสอบการนำไฟฟ้าใช้งานและความผิดพลาด การบำรุงรักษา	ส่วนใหญ่จะรู้ ที่อยู่ในโรงไฟฟ้าแต่โรงงานไม่รู้	- ประชุมชี้แจง แต่ละสาขาวิชาชีพ	7



รูป 4.1 การประชุมชี้แจงบอกถึงวัตถุประสงค์ในการดำเนินงานร่วมกัน ในหน่วยงาน



รูป 4.2 แสดงการแลกเปลี่ยนเรียน วิเคราะห์ปัญหาหาร่วมกัน กับหน่วยงาน

4.1.2 ประชุมกลุ่ม กลุ่มผู้เข้าร่วม มีผู้ร่วมประชุมแลกเปลี่ยน ผู้นำหมู่บ้าน อบต. ครู ชาวบ้าน ฐานเทคนิค ชาวบ้านทั่วไป 12 ท่าน(พื้นที่โดยรอบเขื่อนภูมิพล เขต อำเภอสามเงา จังหวัดตาก)สรุปผล ปัญหาต่างๆ ดังนี้

ลำดับ	ประเด็นงานวิจัย	ปัญหา	แนวทางในการแก้ไขเบื้องต้น	ลำดับความเร่งด่วน
1	ความรู้พื้นฐานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กมาก	ไม่มีความรู้เรื่องหรือเข้าใจพื้นฐาน	แนะนำชี้แจงและสอน	2
2	แบบแผนและการวางแผน โครงงาน	ไม่เข้าใจการวางแผนในงาน	แนะนำชี้แจงและสอนงาน	3
3	การวางแผนงานและการสำรวจพื้นที่	ไม่สามารถวางแผนหรือคิดวิธีการไหล หาคความสูงน้ำได้	แนะนำชี้แจงและสอนงาน	4
4	การออกแบบและติดตั้งเครื่องกังหันน้ำเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า	ไม่เข้าใจในการเลือกใช้ เครื่องและการติดตั้ง	ให้คำแนะนำและสอนการติดตั้งหรือเรียนรู้ร่วมกัน	1
5	ระบบการจ่ายกระแสไฟฟ้า และการวางสายภายในบ้าน	ไม่เข้าใจการเลือกใช้อุปกรณ์ วางและเดินสายไฟฟ้า	แนะนำชี้แจงและสอนงาน	5
6	การวางแผนการวางสายดินการป้องกัน	ไม่เข้าใจมาตรฐานและความจำเป็นในการใช้งาน	แนะนำชี้แจงและสอนงาน	8
7	การทดสอบอุปกรณ์	ไม่รู้จักหรือเข้าใจการทดสอบอุปกรณ์	แนะนำชี้แจงและสอนงาน	6
8	การตรวจสอบการนำเข้าใช้งานและความผิดพลาด การบำรุงรักษา	ไม่เข้าใจการแก้ไขปัญหาและการตรวจสอบอุปกรณ์	แนะนำชี้แจงและสอนงาน	7



รูป 4.3 การประชุมชี้แจงบอกถึงวัตถุประสงค์ในการดำเนินงานร่วมกัน กับชาวบ้าน



รูป 4.4 แสดงการแลกเปลี่ยนเรียน วิเคราะห์ปัญหาหารือร่วมกัน กับชาวบ้านหรือ
ส่วนงานราชการ

4.2 การวิเคราะห์ผลการทดลองโดยหลักการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment :DOE)

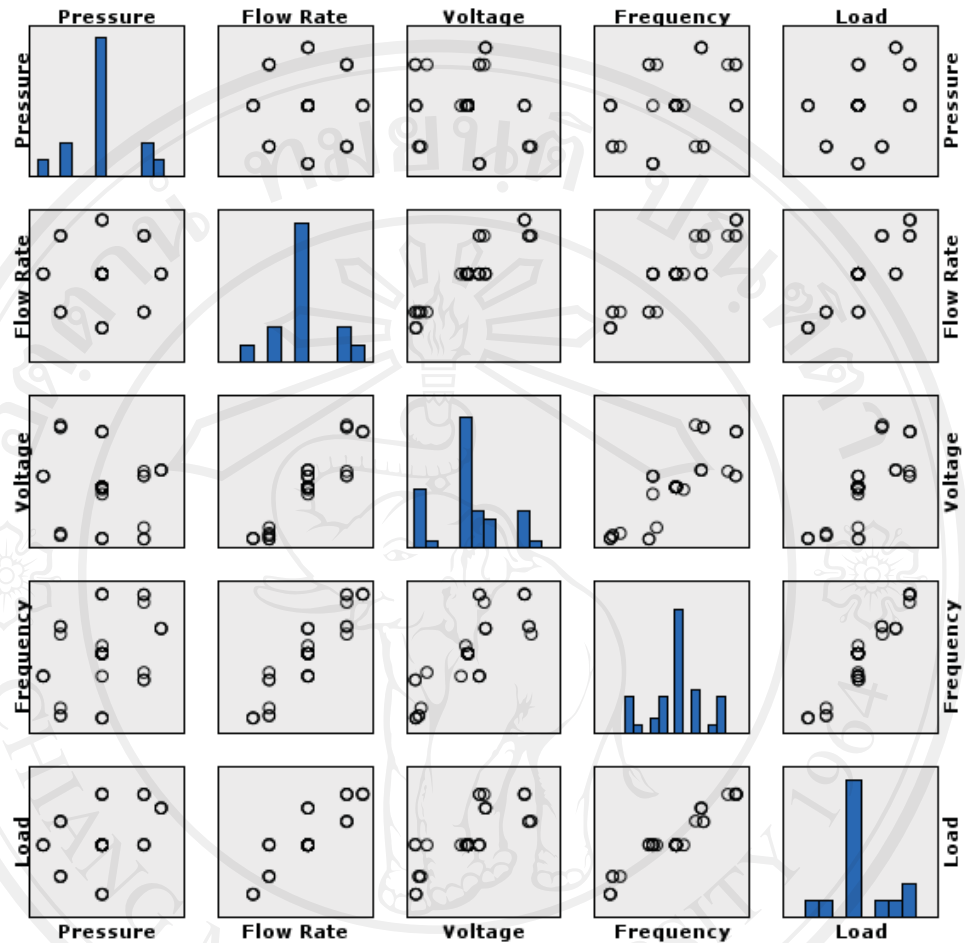
หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ทำการออกแบบการทดลองส่วนประสมกลางจากปัจจัยความดันและอัตราการไหล โดยให้ช่วงเวลาในการทำการทดลองเป็นตัวแปรบล็อก การทดลองนี้มี 3 ซ้ำ โดยทำซ้ำที่แต่ละช่วงเวลา (1 ซ้ำมี 14 เงื่อนไขการทดลอง) จากนั้นจึงทำการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลดังตาราง 4.1 และ 4.2 โดยลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลจำนวนของความต่างศักย์, ความถี่ และกำลังจากผลการทดลองของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan และ Pelton โดยมีลักษณะดังรูป 4.5 และ 4.6 ตามลำดับ โดยระดับความดันและอัตราการไหลที่ทำการทดลองสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan และ Pelton อยู่ภายใต้ตามขีดจำกัดสูงสุดและต่ำสุดของเครื่องที่อ้างอิงไว้ในบทที่ 3

จากนั้นผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์ตามขั้นตอนต่อไปนี้

- (1) วิเคราะห์ผลการทดลองจากการออกแบบการทดลองด้วยค่าสถิติพื้นฐาน
- (2) วิเคราะห์ส่วนตกค้างและตรวจสอบความเพียงพอของแบบจำลอง
- (3) วิเคราะห์ความแปรปรวนของผลตอบความต่างศักย์, ความถี่ และ กำลังจากผลการทดลองของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan และ Pelton
- (4) สร้างแบบจำลองพื้นผิวผลตอบของกระบวนการกำเนิดไฟฟ้า
- (5) หาค่าที่เหมาะสมที่สุดของแต่ละปัจจัยในกระบวนการกำเนิดไฟฟ้าจากแบบจำลองพื้นผิวผลตอบของกระบวนการกำเนิดไฟฟ้าจากแบบจำลองโดยวิธีการค้นหาค่าที่เหมาะสมที่สุด โดยการลดระดับความชันตามหลักการปีนเขาร่วมกับฟังก์ชันความพึงพอใจ (the reduced gradient search algorithm, a hill-climbing procedure and desirability function)
- (6) ทำการทดลองยืนยันเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการ
- (7) การนำแบบจำลองและวิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดไปในงานออกแบบและติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan และ Pelton

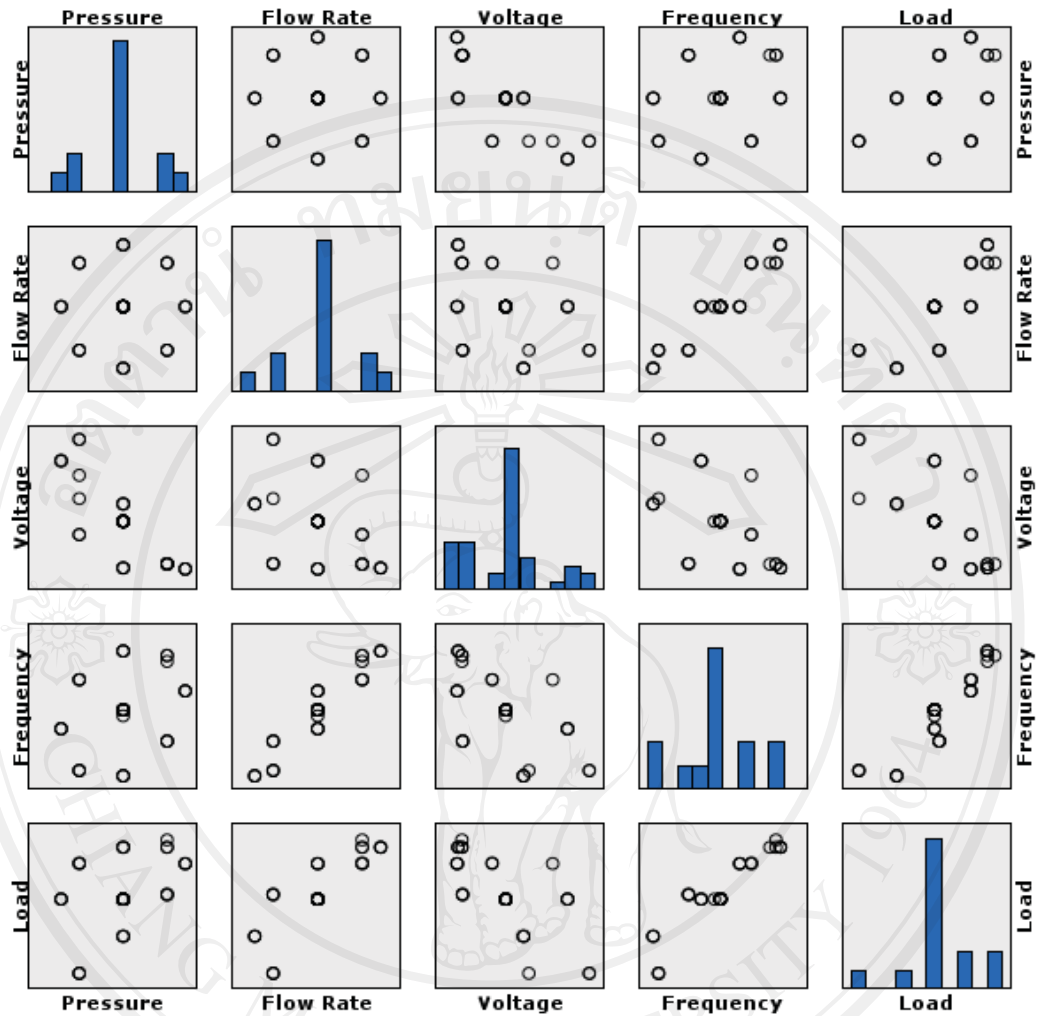
นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองเพิ่มเติมในบางเงื่อนไข เพื่อใช้เป็นแนวทางประกอบการพิจารณาในการสร้างแบบจำลองพื้นผิวผลตอบในการออกแบบและติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan และ Pelton สำหรับระดับความดันและอัตราการไหลที่นอกเหนือจากงานวิจัยนี้ ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ข.

4.2.1 วิเคราะห์ผลการทดลองจากการออกแบบการทดลองด้วยค่าสถิติพื้นฐาน



Field	Graph	Type	Min	Max	Mean	Std. Dev	Skewness	Unique	Valid
Pressure		Range	0.627	3.173	1.900	0.689	-0.000	--	42
Flow Ra...		Range	1.982	5.928	3.955	1.067	-0.000	--	42
Voltage		Range	200.428	250.457	223.406	14.346	0.049	--	42
Freque...		Range	69.959	86.256	78.359	4.637	-0.100	--	42
Load		Range	120.000	855.000	522.500	197.787	-0.013	--	42

รูป 4.5 กราฟสรุปการกระจายตัวของความต่างศักย์, ความถี่ และกำลังจากผลการทดลองของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan



Field	Graph	Type	Min	Max	Mean	Std. Dev	Skewness	Unique	Valid
Pressure		Range	1.599	9.801	5.700	2.219	-0.000	--	42
Flow Ra...		Range	0.047	0.463	0.255	0.112	0.000	--	42
Voltage		Range	219.715	221.901	220.479	0.602	0.653	--	42
Frequ...		Range	70.909	91.947	81.807	5.916	-0.173	--	42
Load		Range	250.000	1150.000	784.286	221.507	-0.632	--	42

รูป 4.6 กราฟสรุปการกระจายตัวของความต่างศักย์ ความถี่ และกำลังจากผลการทดลอง
ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Pelton

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองในแต่ละเงื่อนไขในการทดลองของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan

ลำดับการ ทดลอง มาตรฐาน	ลำดับการ ทดลองตาม ตารางส้ม	PtType	Blocks	ค่าระดับปัจจัย		ผลตอบ (Y)		
				Pressure	Flow Rate	Voltage	Frequency	Load
1	1	1	1	1	2.56	202	70.26	250
2	2	1	1	2.8	2.56	200	74.97	485
3	3	1	1	1	5.35	249	82.01	650
4	4	1	1	2.8	5.35	228	86.20	850
5	5	0	1	1.9	3.955	223	78.47	480
6	6	0	1	1.9	3.955	223	78.47	480
7	7	0	1	1.9	3.955	223	78.47	480
8	8	-1	2	0.627208	3.955	228	75.48	480
9	9	-1	2	3.172792	3.955	231	81.75	750
10	10	-1	2	1.9	1.982	201	69.96	120
11	11	-1	2	1.9	5.928	248	86.26	850
12	12	0	2	1.9	3.955	223	78.47	480
13	13	0	2	1.9	3.955	223	78.47	480
14	14	0	2	1.9	3.955	223	78.47	480
15	15	1	1	1	2.56	203	71.26	250
16	16	1	1	2.8	2.56	205	75.97	480
17	17	1	1	1	5.35	250	81.01	655
18	18	1	1	2.8	5.35	230	85.20	850
19	19	0	1	1.9	3.955	220	75.47	480
20	20	0	1	1.9	3.955	222	79.47	480
21	21	0	1	1.9	3.955	223	78.47	480
22	22	-1	2	0.627208	3.955	228	75.48	480
23	23	-1	2	3.172792	3.955	231	81.75	750
24	24	-1	2	1.9	1.982	201	69.96	120
25	25	-1	2	1.9	5.928	248	86.26	855
26	26	0	2	1.9	3.955	223	78.47	480
27	27	0	2	1.9	3.955	223	78.47	480
28	28	0	2	1.9	3.955	223	78.47	480
29	29	1	1	1	2.56	202	70.26	250

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ลำดับการทดลองมาตรฐาน	ลำดับการทดลองตามตารางส้ม	PtType	Blocks	ค่าระดับปัจจัย		ผลตอบ (Y)		
				Pressure	Flow Rate	Voltage	Frequency	Load
30	30	1	1	2.8	2.56	200	74.97	480
31	31	1	1	1	5.35	249	82.01	650
32	32	1	1	2.8	5.35	228	86.20	850
33	33	0	1	1.9	3.955	223	78.47	480
34	34	0	1	1.9	3.955	223	78.47	480
35	35	0	1	1.9	3.955	223	78.47	480
36	36	-1	2	0.627208	3.955	228	75.48	480
37	37	-1	2	3.172792	3.955	231	81.75	750
38	38	-1	2	1.9	1.982	201	69.96	120
39	39	-1	2	1.9	5.928	248	86.26	850
40	40	0	2	1.9	3.955	223	78.47	480
41	41	0	2	1.9	3.955	223	78.47	480
42	42	0	2	1.9	3.955	223	78.47	480

ตารางที่ 4-2 ผลการทดลองในแต่ละเงื่อนไขในการทดลองของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Pelton

ลำดับการทดลองมาตรฐาน	ลำดับการทดลองตามตารางส้ม	Pt Type	Blocks	ค่าระดับปัจจัย		ผลตอบ (Y)		
				Pressure	Flow Rate	Voltage	Frequency	Load
1	1	1	1	1	2.56	202	70.26	250
2	2	1	1	2.8	2.56	200	74.97	485
3	3	1	1	1	5.35	249	82.01	650
4	4	1	1	2.8	5.35	228	86.20	850
5	5	0	1	1.9	3.955	223	78.47	480
6	6	0	1	1.9	3.955	223	78.47	480
7	7	0	1	1.9	3.955	223	78.47	480
8	8	-1	2	0.627208	3.955	228	75.48	480
9	9	-1	2	3.172792	3.955	231	81.75	750
10	10	-1	2	1.9	1.9822	201	69.96	120
11	11	-1	2	1.9	5.9278	248	86.26	850
12	12	0	2	1.9	3.955	223	78.47	480

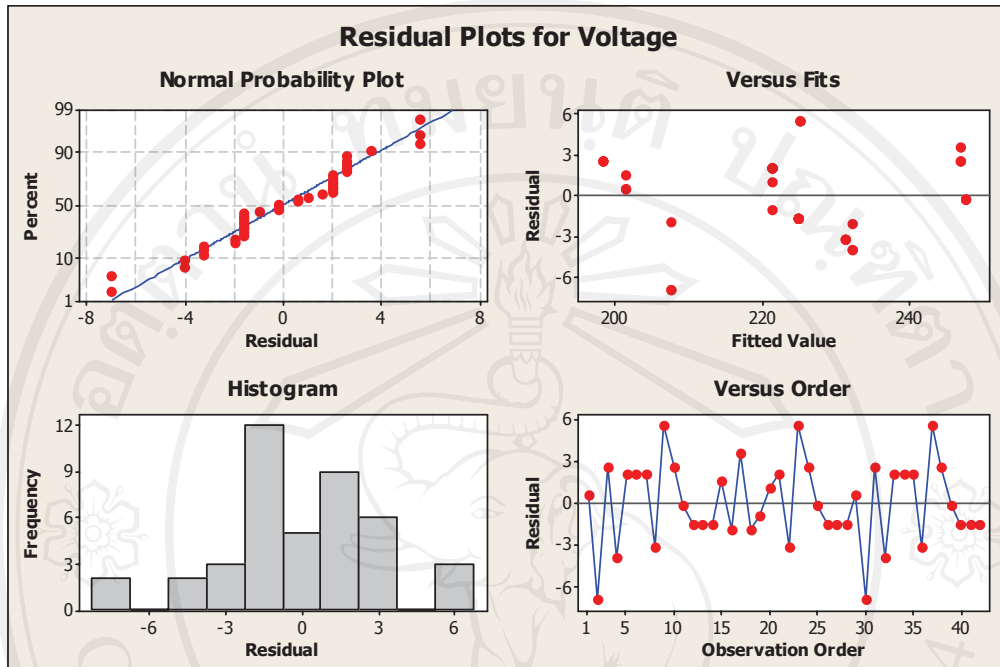
ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ลำดับการ ทดลอง มาตรฐาน	ลำดับการ ทดลองตาม ตารางสุ่ม	Pt Type	Blocks	ค่าระดับปัจจัย		ผลตอบ (Y)		
				Pressure	Flow Rate	Voltage	Frequency	Load
13	13	0	2	1.9	3.955	223	78.47	480
14	14	0	2	1.9	3.955	223	78.47	480
15	15	1	1	1	2.56	203	71.26	250
16	16	1	1	2.8	2.56	205	75.97	480
17	17	1	1	1	5.35	250	81.01	655
18	18	1	1	2.8	5.35	230	85.20	850
19	19	0	1	1.9	3.955	220	75.47	480
20	20	0	1	1.9	3.955	222	79.47	480
21	21	0	1	1.9	3.955	223	78.47	480
22	22	-1	2	0.627208	3.955	228	75.48	480
23	23	-1	2	3.172792	3.955	231	81.75	750
24	24	-1	2	1.9	1.9822	201	69.96	120
25	25	-1	2	1.9	5.9278	248	86.26	855
26	26	0	2	1.9	3.955	223	78.47	480
27	27	0	2	1.9	3.955	223	78.47	480
28	28	0	2	1.9	3.955	223	78.47	480
29	29	1	1	1	2.56	202	70.26	250
30	30	1	1	2.8	2.56	200	74.97	480
31	31	1	1	1	5.35	249	82.01	650
32	32	1	1	2.8	5.35	228	86.20	850
33	33	0	1	1.9	3.955	223	78.47	480
34	34	0	1	1.9	3.955	223	78.47	480
35	35	0	1	1.9	3.955	223	78.47	480
36	36	-1	2	0.627208	3.955	228	75.48	480
37	37	-1	2	3.172792	3.955	231	81.75	750
38	38	-1	2	1.9	1.9822	201	69.96	120
39	39	-1	2	1.9	5.9278	248	86.26	850
40	40	0	2	1.9	3.955	223	78.47	480
41	41	0	2	1.9	3.955	223	78.47	480
42	42	0	2	1.9	3.955	223	78.47	480

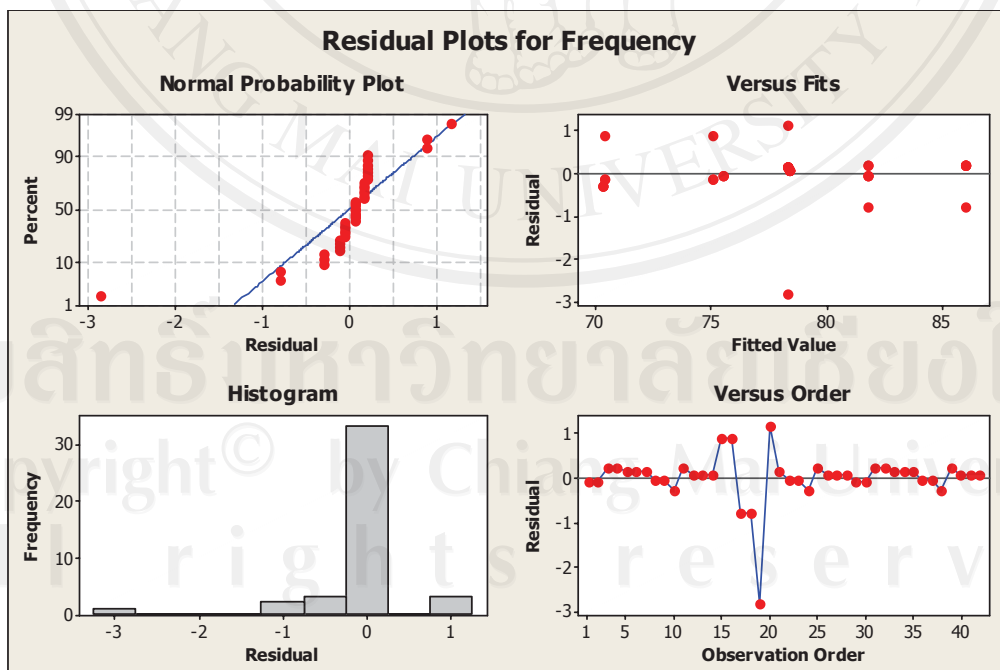
4.2.2 วิเคราะห์ส่วนตกค้างและตรวจสอบความเพียงพอของแบบจำลอง

จากตารางที่ 4.1 และ 4.2 แสดงค่าของผลตอบความต่างศักย์, ความถี่ และกำลังจากผลการทดลองของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan และ Pelton ซึ่งสามารถวิเคราะห์ส่วนตกค้างได้ดัง

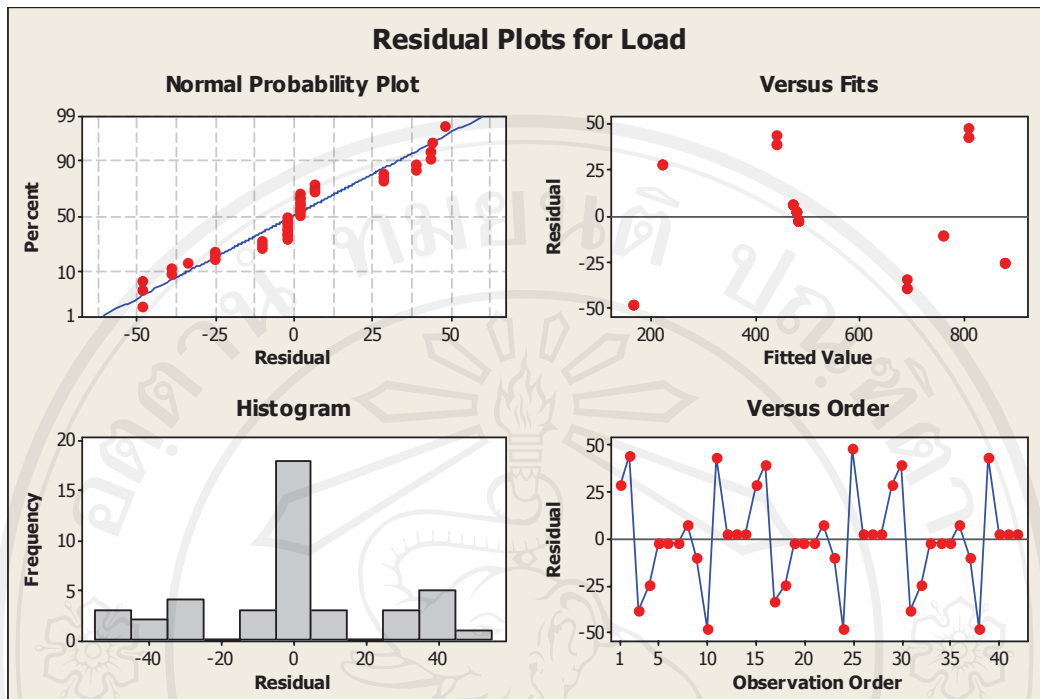
รูป 4.7, 4.8, 4.9 สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan และ รูป 4.10, 4.11, 4.12 สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Pelton



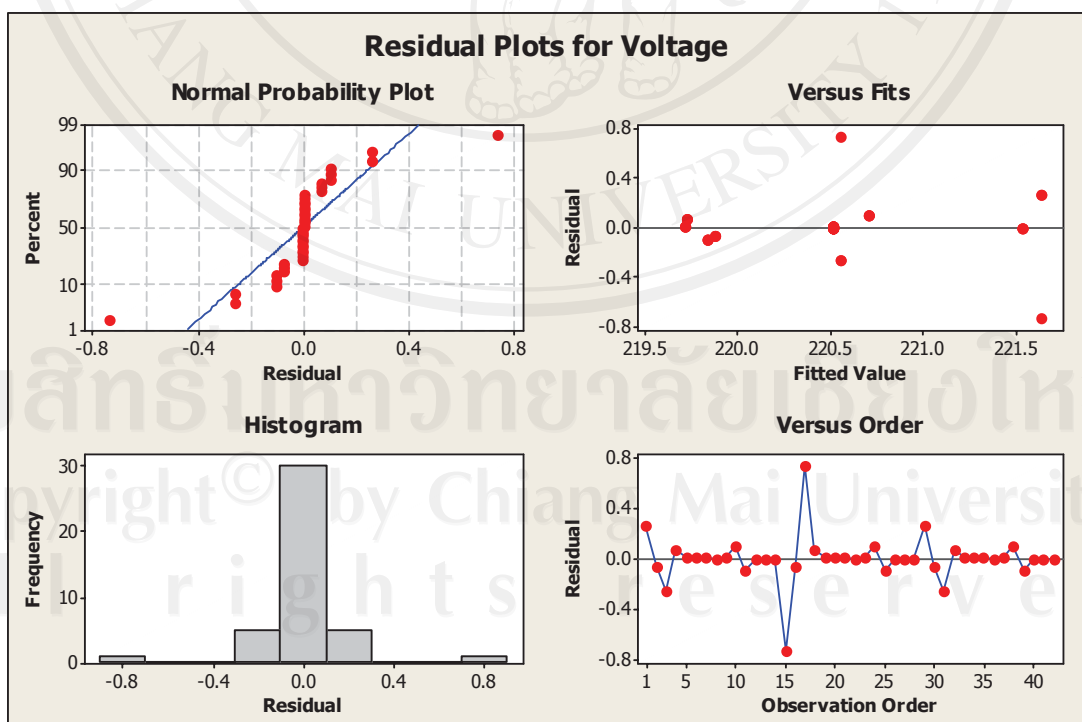
รูป 4.7 กราฟแสดงการวิเคราะห์ส่วนตกค้างของข้อมูลผลตอบความต่างศักย์
สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan



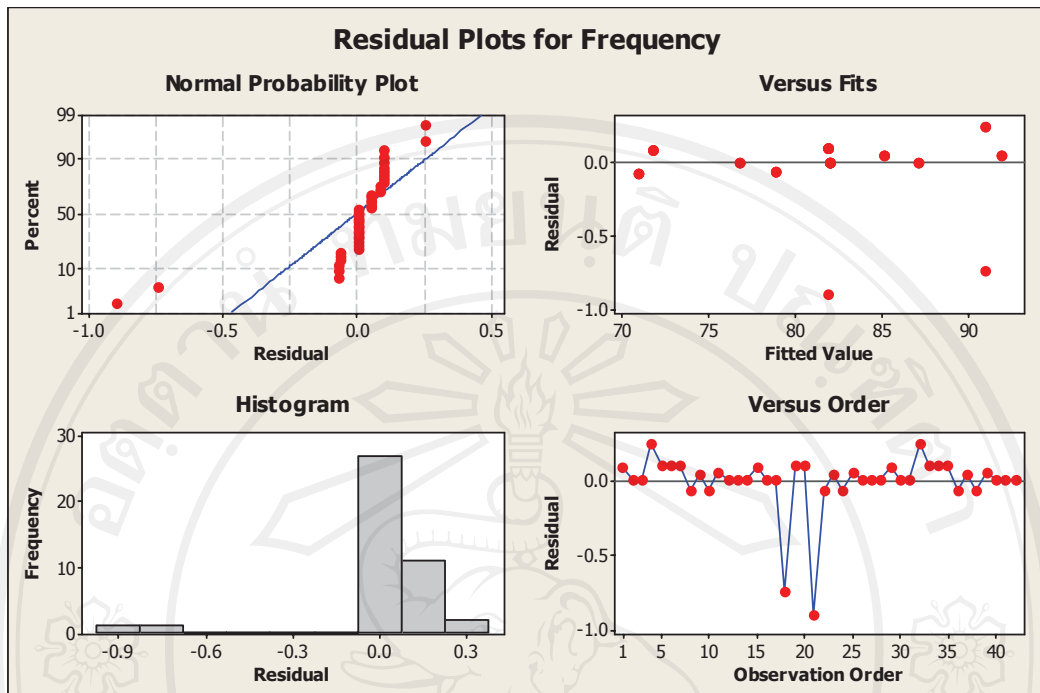
รูป 4.8 กราฟแสดงการวิเคราะห์ส่วนตกค้างของข้อมูลผลตอบความถี่
สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan



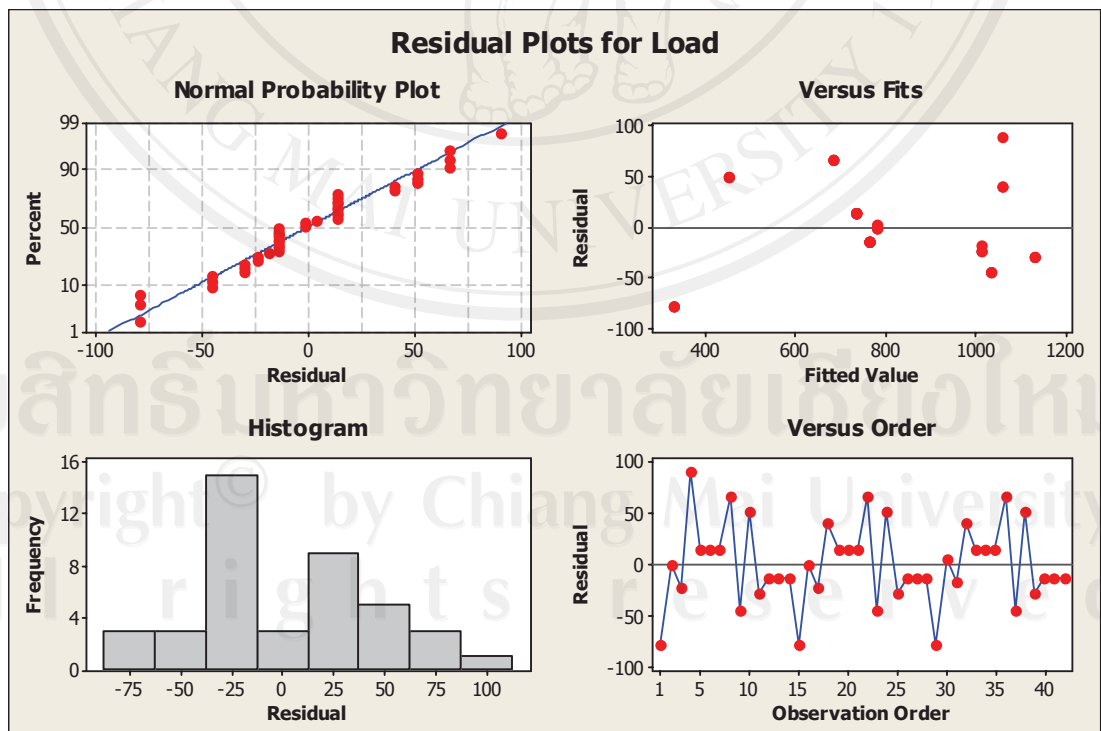
รูป 4.9 กราฟแสดงการวิเคราะห์ส่วนตกค้างของข้อมูลผลตอบค่ากำลัง
สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan



รูป 4.10 กราฟแสดงการวิเคราะห์ส่วนตกค้างของข้อมูลผลตอบความต่างศักย์
สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Pelton



รูป 4.11 กราฟแสดงการวิเคราะห์ส่วนตกค้างของข้อมูลผลตอบความถี่
สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Pelton



รูป 4.12 กราฟแสดงการวิเคราะห์ส่วนตกค้างของข้อมูลผลตอบค่ากำลัง
สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Pelton (Turgo)

จากรูป 4.7, 4.8, 4.9 สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan และ รูป 4.10, 4.11, 4.12 สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Pelton แสดงการวิเคราะห์ส่วนตกค้างของข้อมูลเพื่อที่จะตรวจสอบความเพียงพอของแบบจำลอง (Residual Analysis for Model Adequacy) โดยเมื่อเราทดลองแทนค่าตัวแปรลงไปแบบจำลองที่ได้จากเทคนิคการออกแบบการทดลองเพื่อทำนายผลตอบนั้นสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพยากรณ์ ($\hat{y}_i$) ค่าจริง (y_{ij}) และส่วนตกค้าง (e_{ij}) ได้ดังสมการ (4.1) นี้

$$e_{ij} = y_{ij} - \hat{y}_i \quad (4.1)$$

โดยแบบจำลองดังกล่าวต้องตั้งอยู่บนสมมติฐานหลัก 3 ประการดังนี้

- (1) ข้อมูลส่วนตกค้างมีการกระจายตัวแบบปกติและค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ (Normality Assumption)

จากการวิเคราะห์ส่วนตกค้างของข้อมูลผลตอบความต่างศักย์, ความถี่ และกำลัง สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า Kaplan และ Pelton ในส่วนของกราฟความน่าจะเป็นแบบปกติของส่วนตกค้าง (Normal Probability Plot of the Residuals) พบว่าผลที่ได้จากการพล็อตกราฟความน่าจะเป็นแบบปกติของส่วนตกค้างมีแนวโน้มเป็นเส้นตรง แต่จะมีบางจุดที่อยู่นอกเส้นซึ่งเป็นผลจากความแปรปรวนของปัจจัยภายนอกเช่นอุปกรณ์ย่อยที่ติดตั้งรวม (สอบถามจากช่างเทคนิคผู้เชี่ยวชาญในงานติดตั้งด้านนี้) จึงสรุปได้ว่าการกระจายตัวของส่วนตกค้างของข้อมูลมีแนวโน้มของการกระจายตัวเป็นแบบปกติ

ในทำนองเดียวกัน เมื่อพิจารณาจากในส่วนของกราฟฮิสโตแกรมของส่วนตกค้าง (Histogram of the Residuals) พบว่ามีการกระจายตัวของส่วนตกค้างในทุกช่วงของกราฟฮิสโตแกรม จึงสรุปได้ว่าการกระจายตัวของส่วนตกค้างของข้อมูลมีแนวโน้มการกระจายตัวแบบปกติ

- (2) ส่วนตกค้างมีความแปรปรวนคงที่ (Constant Variance Assumption) ไม่เปลี่ยนแปลงตามระดับของปัจจัยหรือขึ้นอยู่กับค่าพยากรณ์ของผลตอบ

จากการวิเคราะห์ส่วนตกค้างของข้อมูลผลตอบความต่างศักย์, ความถี่ และกำลัง สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า Kaplan และ Pelton ในส่วนของกราฟระหว่างส่วนตกค้างกับค่าที่ถูกทำนาย (Residuals Versus the Fitted Values) ของผลตอบพบว่ามีการกระจายตัวของส่วนตกค้างไม่มีแนวโน้ม สามารถสรุปได้ว่าส่วนตกค้างมีการกระจายตัวแบบอิสระไม่ขึ้นอยู่กับค่าที่ถูกทำนาย

- (3) ส่วนตกค้างต้องมีการกระจายตัวอิสระ (Independence Assumption) ไม่แปรผันตาม
ปัจจัยหรือลำดับการทดลอง

จากการวิเคราะห์ส่วนตกค้างของข้อมูลผลตอบความต่างศักย์, ความถี่ และกำลัง
สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า Kaplan และ Pelton ในส่วนของกราฟระหว่างส่วนตกค้างกับลำดับการ
ทดลอง (Plot of Residuals Versus the Observation Order of the Data) ของข้อมูลผลตอบพบว่าจุดที่
พล็อตไม่มีแนวโน้มใด ๆ จึงสรุปได้ว่าส่วนตกค้างมีลักษณะการกระจายตัวแบบอิสระไม่ขึ้นอยู่กับ
ลำดับการทดลอง กล่าวคือ

จากผลการทดสอบสมมติฐานทั้ง 3 ข้อของส่วนตกค้างของข้อมูลผลตอบทั้ง 3 ชนิด
สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan และ Pelton สามารถสรุปได้ว่าผลตอบ มีส่วนตกค้างของ
ข้อมูล (Residuals) มีการกระจายตัวแบบปกติและค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ มีความแปรปรวนคงที่ และ มี
การกระจายตัวอิสระ

4.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลผลตอบ

โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลตอบความต่างศักย์, ความถี่ และ กำลังจากผล
การทดลองของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan และ Pelton

(1) การประมาณผลกระทบจากการทดลอง (Estimate Factor Effects) ขั้นตอนแรก
ของการวิเคราะห์เชิงสถิติสำหรับการออกแบบการทดลองนั้น ต้องประมาณผลกระทบของเทอม
ต่าง ๆ ตรวจสอบเครื่องหมาย และขนาดของผลที่เกิดขึ้น ซึ่งทำให้ทราบว่าปัจจัยและอันตรกิริยาใด
มีความสำคัญ โดยมีผลตอบของการทดลองคือ ข้อมูลผลตอบความต่างศักย์, ความถี่ และกำลัง
สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า Kaplan และ Pelton แสดงดังตาราง 4.3 , 4.4 , 4.5 , 4.6 , 4.7 , 4.8
ตามลำดับ

ตารางที่ 4.3 การประมาณผลกระทบและระดับความเชื่อมั่นของปัจจัยในการทดลองที่มีผลต่อผลตอบความต่างศักย์ สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan

Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P
Constant		146.775	8.5052	17.257	0.000
Block	3.620	.1.810	0.4986	.3.629	0.001
Pressure	11.960	5.980	4.4206	1.353	0.185
Flow Rate	48.428	24.214	3.1626	7.657	0.000
Pressure*Pressure	4.208	2.104	0.8475	2.483	0.018
Flow Rate*Flow Rate	.0.948	.0.474	0.3528	.1.343	0.188
Pressure*Flow Rate	.8.286	.4.143	0.7429	.5.576	0.000

หมายเหตุ * ปัจจัยหลักและอันตรกิริยาระดับสองที่มีผลต่อข้อมูลผลตอบอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ค่า P น้อยกว่า 0.05)

S = 3.23109 R.Sq = 95.67% R.Sq(adj) = 94.93%

ค่า R.Sq และ R.Sq (adj) มีค่า 95.67% และ 94.93% ตามลำดับซึ่งสามารถอธิบายความหมายได้ดังนี้
(1.1) R.Sq 95.67% แสดงว่าแบบจำลอง (Model) นี้สามารถอธิบายความผันแปรของข้อมูลผลตอบ ที่มีผลเกิดจากตัวแปรปัจจัย (X) อยู่ 95.67%

(1.2) R.Sq(adj) 94.93% เป็นค่าที่มีความหมายเหมือน R.Sq แต่คิดจำนวนพจน์ในส่วนที่พยากรณ์เท่านั้น

ตารางที่ 4.4 การประมาณผลกระทบและระดับความเชื่อมั่นของปัจจัยในการทดลองที่มีผลต่อผลตอบความถี่ สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan

Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P
Constant		56.6299	1.60961	35.182	0.000
Block	.0.0952	.0.0476	0.09435	.0.504	0.617
Pressure	4.541	2.2706	0.83661	2.714	0.010
Flow Rate	9.412	4.7059	0.59852	7.863	0.000
Pressure*Pressure	0.319	0.1596	0.16039	0.995	0.327
Flow Rate*Flow Rate	0.128	.0.0638	0.06676	.0.955	0.346
Pressure*Flow Rate	0.207	.0.1036	0.14060	.0.737	0.466

S = 0.611485 R.Sq = 98.52% R.Sq(adj) = 98.26%

ตารางที่ 4.5 การประมาณผลกระทบและระดับความเชื่อมั่นของปัจจัยในการทดลองที่มีผลต่อผลตอบกำลัง สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan

Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P
Constant		.74.686	73.600	.1.015	0.317
Block	4.524	2.262	4.314	0.524	0.603
Pressure	.373.890	.186.945	38.254	.4.887	0.000
Flow Rate	308.852	154.426	27.367	5.643	0.000
Pressure*Pressure	171.554	85.777	7.334	11.696	0.000
Flow Rate*Flow Rate	5.032	2.516	3.053	0.824	0.415
Pressure*Flow Rate	.13.274	.6.637	6.429	.1.032	0.309
S = 27.9603 R.Sq = 98.29% R.Sq(adj) = 98.00%					

ตารางที่ 4.6 การประมาณผลกระทบและระดับความเชื่อมั่นของปัจจัยในการทดลองที่มีผลต่อผลตอบความต่างศักย์ สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Pelton

Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P
Constant		222.956	0.29526	755.124	0.000
Block	.0.000	.0.000	0.03150	.0.004	0.997
Pressure	0.870	.0.435	0.07004	.6.214	0.000
Flow Rate	.4.596	.2.298	1.32247	.1.738	0.091
Pressure*Pressure	0.012	0.006	0.00516	1.243	0.222
Flow Rate*Flow Rate	.11.440	.5.720	2.00705	.2.850	0.007
Pressure*Flow Rate	1.092	0.546	0.13823	3.948	0.000
S = 0.204135 R.Sq = 90.19% R.Sq(adj) = 88.51%					

ตารางที่ 4.7 การประมาณผลกระทบและระดับความเชื่อมั่นของปัจจัยในการทดลองที่มีผลต่อผลตอบความถี่ สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Pelton

Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P
Constant		62.9009	0.31311	200.890	0.000
Block	.0.095	.0.0476	0.03340	.1.426	0.163
Pressure	1.870	0.9351	0.07427	12.590	0.000
Flow Rate	122.604	61.3018	1.40244	43.711	0.000
Pressure*Pressure	0.002	0.0010	0.00547	0.177	0.861
Flow Rate*Flow Rate	.26.982	.13.4909	2.12841	.6.338	0.000
Pressure*Flow Rate	.1.441	.0.7207	0.14659	.4.916	0.000

S = 0.216479 R.Sq = 99.89% R.Sq(adj) = 99.87%

ตารางที่ 4.8 การประมาณผลกระทบและระดับความเชื่อมั่นของปัจจัยในการทดลองที่มีผลต่อผลตอบกำลัง สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Pelton (Turgo)

Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P
Constant		.37.70	62.518	.0.603	0.550
Block	.28.58	.14.29	6.670	.2.142	0.039
Pressure	78.72	39.36	14.830	2.654	0.012
Flow Rate	5402.86	2701.43	280.022	9.647	0.000
Pressure*Pressure	11.30	5.65	1.092	5.172	0.000
Flow Rate*Flow Rate	1156.92	578.46	424.975	1.361	0.182
Pressure*Flow Rate	.476.98	.238.49	29.270	.8.148	0.000

S = 43.2238 R.Sq = 96.75% R.Sq(adj) = 96.19%

(2) การทดสอบทางสถิติ (Perform Statistical Testing)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of Variance ; ANOVA) เพื่อที่จะทดสอบความมีนัยสำคัญและความสำคัญของผลกระทบของปัจจัยของการออกแบบส่วนประสม

กลาง สัดส่วนของความแปรปรวน (F Distribution) จะนำมาใช้ในการตัดสินใจเกี่ยวกับความแปรปรวนของข้อมูล ซึ่งสามารถเขียนสมการทำนายผลแบบจำลองสมบูรณ์แบบ ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยในการทดลองที่มีผลต่อผลตอบแทนต่างศักย์สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan ทุกพจน์ (Full Model)

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Blocks	1	137.52	137.52	137.52	13.17	0.001
Regression	5	7935.18	7935.18	1587.04	152.02	0.000
Linear	2	7521.48	631.98	315.99	30.27	0.000
Pressure	1	112.77	19.11	19.11	1.83	0.185
Flow Rate	1	7408.71	612.02	612.02	58.62	0.000
Square	2	89.07	89.07	44.54	4.27	0.022
Pressure*Pressure	1	70.23	64.35	64.35	6.16	0.018
Flow Rate*Flow Rate	1	18.84	18.84	18.84	1.80	0.188
Interaction	1	324.63	324.63	324.63	31.09	0.000
Pressure*Flow Rate	1	324.63	324.63	324.63	31.09	0.000
Residual Error	35	365.40	365.40	10.44		
Lack.of.Fit	3	336.51	336.51	112.17	124.25	0.000
Pure Error	32	28.89	28.89	0.90		
Total	41	8438.10				

หมายเหตุ * ปัจจัยหลักและอันตรกิริยาระดับสองที่มีผลต่อข้อมูลผลตอบแทนอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ค่า P น้อยกว่า 0.05)

ตารางที่ 4.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยในการทดลองที่มีผลต่อผลตอบความถี่
สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan ทุกพจน์ (Full Model)

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Blocks	1	0.095	0.095	0.095	0.25	0.617
Regression	5	868.332	868.332	173.666	464.46	0.000
Linear	2	867.358	23.116	11.558	30.91	0.000
Pressure	1	118.350	2.754	2.754	7.37	0.010
Flow Rate	1	749.008	23.116	23.116	61.82	0.000
Square	2	0.771	0.771	0.385	1.03	0.367
Pressure*Pressure	1	0.429	0.370	0.370	0.99	0.327
Flow Rate*Flow Rate	1	0.341	0.341	0.341	0.91	0.346
Interaction	1	0.203	0.203	0.203	0.54	0.466
Pressure*Flow Rate	1	0.203	0.203	0.203	0.54	0.466
Residual Error	35	13.087	13.087	0.374		
Lack.of.Fit	3	0.865	0.865	0.288	0.75	0.528
Pure Error	32	12.222	12.222	0.382		
Total	41	881.514				

ตารางที่ 4.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยในการทดลองที่มีผลต่อผลตอบกำลัง สำหรับ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan ทุกพจน์ (Full Model)

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Blocks	1	215	215	215	0.27	0.603
Regression	5	1576335	1576335	315267	403.27	0.000
Linear	2	1468553	66444	33222	42.50	0.000
Pressure	1	247155	18671	18671	23.88	0.000
Flow Rate	1	1221398	24892	24892	31.84	0.000
Square	2	106949	106949	53474	68.40	0.000
Pressure*Pressure	1	106418	106944	106944	136.80	0.000
Flow Rate*Flow Rate	1	531	531	531	0.68	0.415
Interaction	1	833	833	833	1.07	0.309
Pressure*Flow Rate	1	833	833	833	1.07	0.309
Residual Error	35	27362	27362	782		
Lack.of.Fit	3	27312	27312	9104	5826.63	0.000
Pure Error	32	50	50	2		
Total	41	1603912				

ตารางที่ 4.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยในการทดลองที่มีผลต่อผลตอบความต่างศักย์
สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Pelton ทุกพจน์ (Full Model)

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Blocks	1	0.0000	0.0000	0.00000	0.00	0.997
Regression	5	13.4055	13.4055	2.68111	64.34	0.000
Linear	2	12.3280	1.6179	0.80894	19.41	0.000
Pressure	1	10.0311	1.6088	1.60885	38.61	0.000
Flow Rate	1	2.2969	0.1258	0.12583	3.02	0.091
Square	2	0.4281	0.4281	0.21404	5.14	0.011
Pressure*Pressure	1	0.0897	0.0644	0.06441	1.55	0.222
Flow Rate*Flow Rate	1	0.3384	0.3384	0.33842	8.12	0.007
Interaction	1	0.6495	0.6495	0.64946	15.59	0.000
Pressure*Flow Rate	1	0.6495	0.6495	0.64946	15.59	0.000
Residual Error	35	1.4585	1.4585	0.04167		
Lack.of.Fit	3	0.1252	0.1252	0.04172	1.00	0.405
Pure Error	32	1.3333	1.3333	0.04167		
Total	41	14.8640				

ตารางที่ 4.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยในการทดลองที่มีผลต่อผลตอบความถี่
สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Pelton ทุกพจน์ (Full Model)

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Blocks	1	0.10	0.10	0.095	2.03	0.163
Regression	5	1433.18	1433.18	286.637	6116.49	0.000
Linear	2	1430.15	89.93	44.964	959.48	0.000
Pressure	1	117.29	7.43	7.428	158.50	0.000
Flow Rate	1	1312.86	89.54	89.538	1910.64	0.000
Square	2	1.90	1.90	0.952	20.31	0.000
Pressure*Pressure	1	0.02	0.00	0.001	0.03	0.861
Flow Rate*Flow Rate	1	1.88	1.88	1.883	40.18	0.000
Interaction	1	1.13	1.13	1.133	24.17	0.000
Pressure*Flow Rate	1	1.13	1.13	1.133	24.17	0.000
Residual Error	35	1.64	1.64	0.047		
Lack.of.Fit	3	0.08	0.08	0.028	0.58	0.632
Pure Error	32	1.56	1.56	0.049		
Total	41	1434.92				

ตารางที่ 4.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยในการทดลองที่มีผลต่อผลตอบแทนกำลัง สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Pelton ทุกพจน์ (Full Model)

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Blocks	1	8571	8571	8571	4.59	0.039
Regression	5	1937717	1937717	387543	207.43	0.000
Linear	2	1761955	174986	87493	46.83	0.000
Pressure	1	372064	13161	13161	7.04	0.012
Flow Rate	1	1389891	173880	173880	93.07	0.000
Square	2	51729	51729	25864	13.84	0.000
Pressure*Pressure	1	48267	49985	49985	26.75	0.000
Flow Rate*Flow Rate	1	3462	3462	3462	1.85	0.182
Interaction	1	124033	124033	124033	66.39	0.000
Pressure*Flow Rate	1	124033	124033	124033	66.39	0.000
Residual Error	35	65390	65390	1868		
Lack.of.Fit	3	63690	63690	21230	399.63	0.000
Pure Error	32	1700	1700	53		
Total	41	2011679				

4.2.4 สร้างแบบจำลองพื้นผิวผลตอบของกระบวนการกำเนิดไฟฟ้า

หลังจากที่วิเคราะห์ส่วนตกค้างและความแปรปรวนจากผลตอบผู้วิจัยได้

ดำเนินการสร้างแบบจำลองพื้นผิวผลตอบของกระบวนการกำเนิดไฟฟ้าดังนี้

Final Equation in Terms of Actual Factors :

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan

$$Y_{\text{voltage}} = 146.775 - 1.810\text{Block} + 5.980\text{Pressure} + 24.214\text{Flowrate} + 2.104 \text{Pressure}^2 - 0.474\text{Flowrate}^2 - 4.143(\text{Pressure})(\text{Flowrate}) \quad (4.2)$$

$$Y_{\text{frequency}} = 56.6299 - 0.0476\text{Block} + 2.2706\text{Pressure} + 4.7059\text{Flowrate} + 0.1596\text{Pressure}^2 - 0.0638\text{Flowrate}^2 - 0.1036(\text{Pressure})(\text{Flowrate}) \quad (4.3)$$

$$Y_{\text{load}} = .74.686 + 2.262\text{Block} - 186.945\text{Pressure} + 154.426\text{Flowrate} + 85.777 \text{Pressure}^2 + 2.516\text{Flowrate}^2 - 6.637(\text{Pressure})(\text{Flowrate}) \quad (4.4)$$

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Pelton (Turgo)

$$Y_{\text{voltage}} = 222.956 - 0.435\text{Pressure} - 2.298\text{Flowrate} + 0.006 \text{Pressure}^2 - 5.720\text{Flowrate}^2 + 0.546(\text{Pressure})(\text{Flowrate}) \quad (4.5)$$

$$Y_{\text{frequency}} = 62.909 - 0.0476\text{Block} + 0.9351\text{Pressure} + 61.3018\text{Flowrate} + 0.001\text{Pressure}^2 - 13.4909\text{Flowrate}^2 - 0.7202(\text{Pressure})(\text{Flowrate}) \quad (4.6)$$

$$Y_{\text{load}} = .37.70 - 14.29\text{Block} + 39.36\text{Pressure} + 2701.43\text{Flowrate} + 5.65\text{Pressure}^2 + 578.46\text{Flowrate}^2 - 238.49(\text{Pressure})(\text{Flowrate}) \quad (4.7)$$

4.2.5 หาเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับแบบจำลองสุดท้าย (Find Optimum Condition for Final Model)

หลังจากที่ได้แบบจำลองของผลตอบทั้งสามของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก ทั้งสองแบบผู้วิจัยจึงได้ประยุกต์ใช้เทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดด้วยวิธีการค้นหาค่าที่เหมาะสมที่สุดโดยการลดระดับความชันตามหลักการปีนเขาร่วมกับฟังก์ชันความพึงพอใจ (The reduced gradient search algorithm, a hill climbing procedure and desirability function)

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan

$$\begin{aligned} Y_{\text{voltage target at 220 Volt with tolerance [200,250]}} &= 146.775 - 1.810\text{Block} + 5.980\text{Pressure} + 24.214\text{Flowrate} + 2.104\text{Pressure}^2 \\ &\quad - 0.474\text{Flowrate}^2 - 4.143(\text{Pressure})(\text{Flow rate}) \end{aligned} \quad (4.8)$$

$$\begin{aligned} Y_{\text{frequency target at 75 HZ with tolerance [60,80]}} &= 56.6299 - 0.0476\text{Block} + 2.2706\text{Pressure} + 4.7059\text{Flowrate} + \\ &\quad 0.1596\text{Pressure}^2 - 0.0638\text{Flowrate}^2 - 0.1036(\text{Pressure})(\text{Flowrate}) \end{aligned} \quad (4.9)$$

$$\begin{aligned} Y_{\text{load target at 450 Watt with tolerance [350,800]}} &= .74.686 + 2.262\text{Block} - 186.945\text{Pressure} + 154.426\text{Flowrate} + \\ &\quad 85.777\text{Pressure}^2 + 2.516\text{Flowrate}^2 - 6.637(\text{Pressure})(\text{Flowrate}) \end{aligned} \quad (4.10)$$

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Pelton

$$\begin{aligned} Y_{\text{voltage target at 220 Volt with tolerance [200,250]}} &= 222.956 - 0.435\text{Pressure} - 2.298\text{Flowrate} + 0.006\text{Pressure}^2 \\ &\quad - 5.720\text{Flowrate}^2 + 0.546(\text{Pressure})(\text{Flowrate}) \end{aligned} \quad (4.11)$$

$$\begin{aligned} Y_{\text{frequency target at 70 HZ with tolerance [50,80]}} &= 62.909 - 0.0476\text{Block} + 0.9351\text{Pressure} + 61.3018\text{Flowrate} + \\ &\quad 0.001\text{Pressure}^2 - 13.4909\text{Flowrate}^2 - 0.7202(\text{Pressure})(\text{Flowrate}) \end{aligned} \quad (4.12)$$

$$\begin{aligned} Y_{\text{load target at 850 Watt with tolerance [250,1100]}} &= .37.70 - 14.29\text{Block} + 39.36\text{Pressure} + 2701.43\text{Flowrate} + \\ &\quad 5.65\text{Pressure}^2 + 578.46\text{Flowrate}^2 - 238.49(\text{Pressure})(\text{Flowrate}) \end{aligned} \quad (4.13)$$

จึงทำการหาเงื่อนไขที่เหมาะสม ตามค่าเป้าหมายที่วิศวกรออกแบบไว้ในแต่ละสมการ โดยคำนึง การนำไฟฟ้าที่ได้ไปใช้งานจริงให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ไฟฟ้าในหมู่บ้านทั่วไปเช่นไฟส่องสว่าง ที่วี เป็นคัน ที่สามารถทำงานที่กระแสไฟฟ้าที่ระดับความถี่สูงได้ ดังนั้นค่าเป้าหมายในการหาค่าที่ เหมาะสมด้วยฟังก์ชันความพึงพอใจแบบเป้าหมายแสดงตามสมการ 4.8.4.13 โดยกระบวนการ คำนวณโดยใช้ฟังก์ชัน Response Optimizer ในโปรแกรม MINITAB Release 14 ซึ่งเป็นฟังก์ชัน ความพึงพอใจที่ใช้หาค่าที่เหมาะสมที่สุดของปัจจัยโดยรวมของผล ด้านล่างนี้

Final Microhydro Model

$$y_{ij} = f(x_{\text{pressure}}, x_{\text{flowrate}})$$

i = index of microhydro type (1 = Kaplan , 2 = Pelton)

j = index of response type (1 = Voltage, 2 = Frequency, 3 = Load)

Desirability

$$d_i = f_d(y_{ij})$$

Composite Desirability

$$D_i = [d_1(y_1) * d_2(y_2) * d_3(y_3) * ... * d_k(y_k)]^{\frac{1}{k}}$$

□

$$y_{ij} = target_{ij}$$

$$d_i = f_{\text{target}}(y_{ij})$$

$$= \begin{cases} 0 & y < L \\ \left(\frac{y-L}{T-L} \right) & L < y < T \\ \left(\frac{U-y}{U-T} \right) & T < y < U \\ 0 & U > y \end{cases} = \begin{cases} 0 & y < L \\ \left(\frac{y_{ij}-L_{ij}}{target_{ij}-L_{ij}} \right) & L < y < T \\ \left(\frac{U_{ij}-y_{ij}}{U_{ij}-target_{ij}} \right) & T < y < U \\ 0 & U > y \end{cases}$$

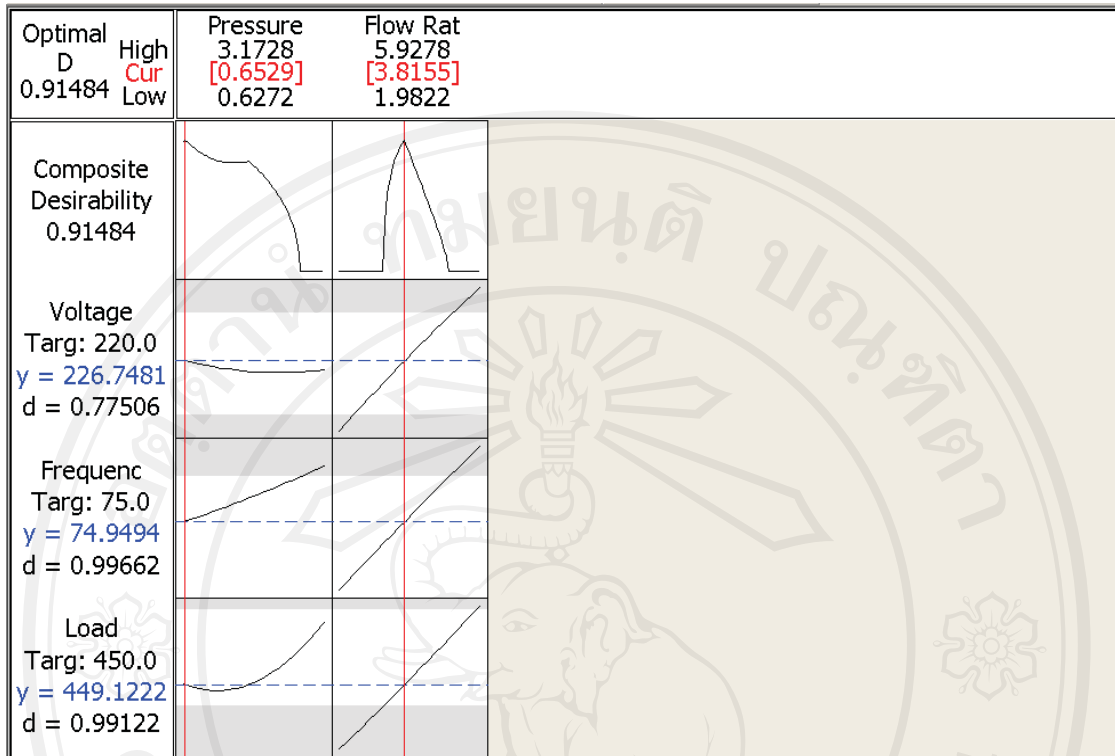
เมื่อ d = ความพึงพอใจของผลตอบ

y = ค่าของผลตอบ

L = ค่าในระดับต่ำของผลตอบ

U = ค่าในระดับสูงของผลตอบ

T = ค่าเป้าหมาย



รูป 4.13 ค่าที่เหมาะสมที่สุดของปัจจัยที่มีผลต่อผลตอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan

Minitab 14 Release Results Response Optimization

Parameters

	Goal	Lower	Target	Upper	Weight	Import
Voltage	Target	200	220	250	1	1
Frequency	Target	60	75	80	1	1
Load	Target	350	450	800	1	1

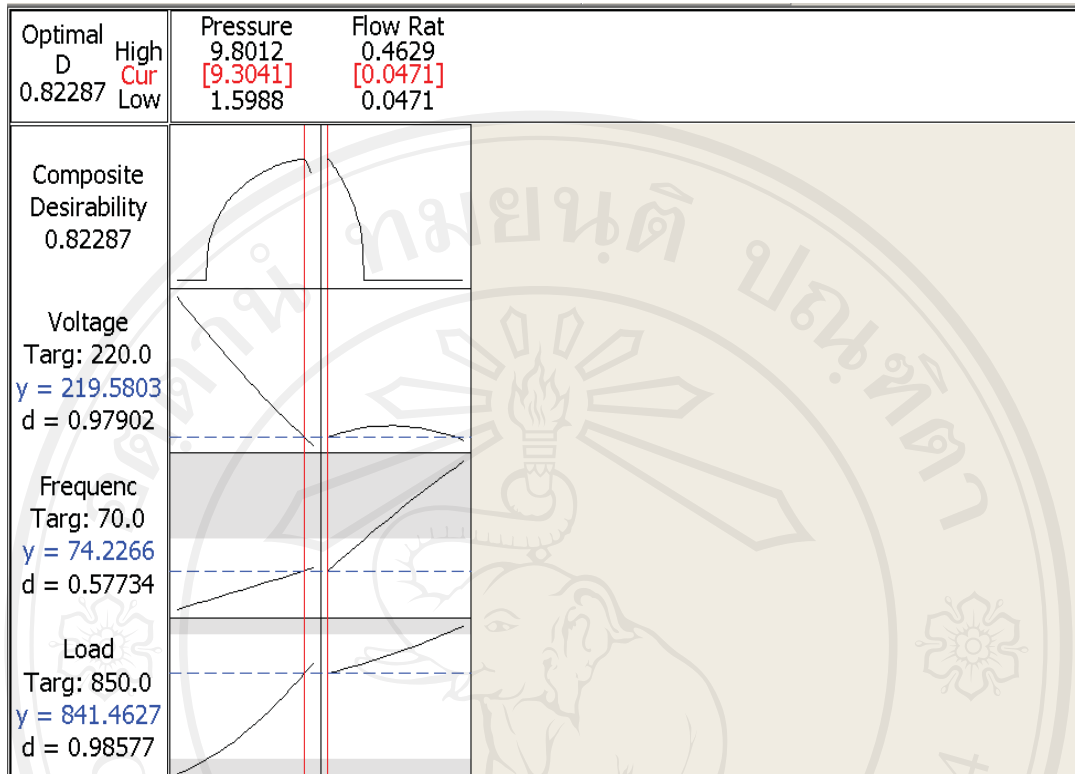
Global Solution

Pressure = 0.652921
Flow Rate = 3.81551

Predicted Responses

Voltage = 226.748 , desirability = 0.775063
Frequency = 74.949 , desirability = 0.996625
Load = 449.122 , desirability = 0.991222

Composite Desirability = 0.914843



รูป 4.14 ค่าที่เหมาะสมที่สุดของปัจจัยที่มีผลต่อผลตอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Pelton

Minitab 14 Release Results Response Optimization

Parameters

	Goal	Lower	Target	Upper	Weight	Import
Voltage	Target	200	220	250	1	1
Frequency	Target	50	70	80	1	1
Load	Target	250	850	1100	1	1

Global Solution

Pressure = 9.30410
Flow Rate = 0.0471106

Predicted Responses

Voltage = 219.580 , desirability = 0.979016
Frequency = 74.227 , desirability = 0.577343
Load = 841.463 , desirability = 0.985771

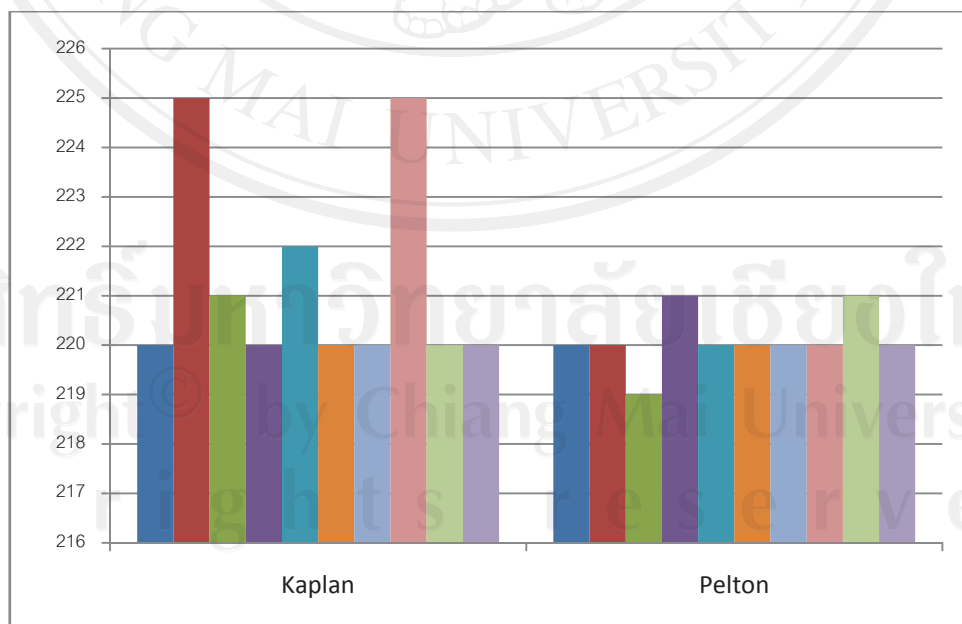
Composite Desirability = 0.822874

ค่าความพึงพอใจโดยรวมของผลตอบมีค่าอยู่ระหว่าง 0.1 ซึ่งถ้า D มีค่าเท่ากับ 1 หมายถึง ผลตอบนั้นได้รับความพึงพอใจอย่างสมบูรณ์ แต่ถ้า D มีค่าเท่ากับ 0 หมายถึง ผลตอบตัวใดตัวหนึ่ง หรือมากกว่าหนึ่งตัวอยู่นอกขอบของขีดจำกัดการยอมรับ ในกรณีที่มีผลตอบมีเพียงตัวเดียวค่าความพึงพอใจโดยรวมของผลตอบ (Composite Desirability) จะมีค่าเท่ากับค่าความพึงพอใจของผลตอบ (Desirability) นั้น

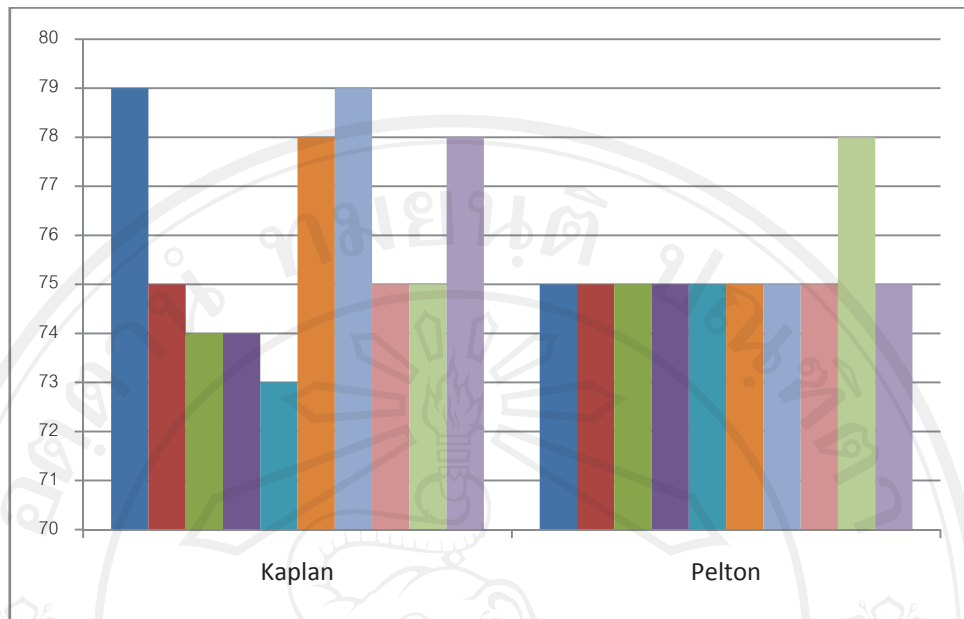
จากรูป 4.13 และ 4.14 ค่าความพึงพอใจ (desirability) หลังจากการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดสำหรับทั้งสองเครื่อง คือ 0.914843 และ 0.822874 อยู่ระดับดีมาก นั้นแสดงระดับที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองดังรูป 4.13 และ 4.14 สามารถให้ผลิตไฟฟ้าตามค่าเป้าหมายของผลตอบทั้งสามได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.2.6 ทำการทดลองยืนยันเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการ (Confirm Optimum Condition for Process)

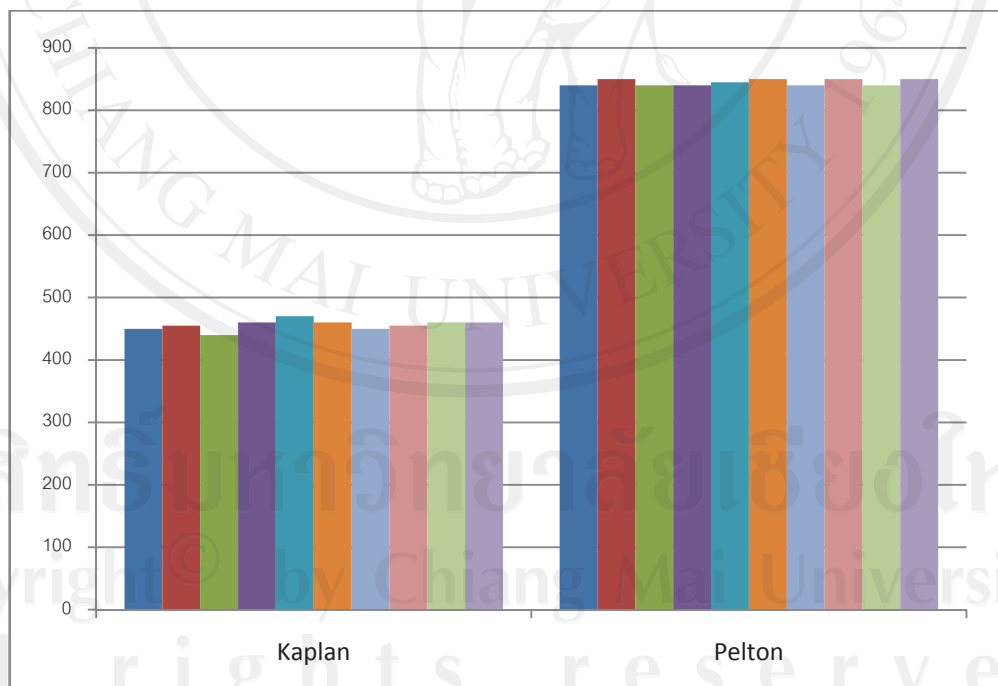
ทดลองเพื่อยืนยันผลการทดลอง เป็นการทดลองบนค่าที่เหมาะสมที่สุดของปัจจัยที่มีผลต่อจำนวนแผ่นงานที่แตกร้าวที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล โดยทดลองทำซ้ำทั้งหมด เท่ากับ 10 ครั้ง เพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นให้กับผลการทดลอง ดังรูป 4.15 , 4.16 , 4.17 โดยการทดลองพบว่าเงื่อนไขระดับค่าที่เหมาะสมที่สุดของปัจจัยของทั้งสองเครื่อง เมื่อนำไปทดลองใช้ในกระบวนการจริง พบว่าสามารถใช้งานได้จริง



รูป 4.15 การยืนยันประสิทธิภาพของค่าที่เหมาะสมที่สุดจากผลการทดลองของผลตอบ
แรงดันไฟฟ้า



รูป 4.16 การยืนยันประสิทธิภาพของค่าที่เหมาะสมที่สุดจากผลการทดลองของผลตอบความถี่



รูป 4.17 การยืนยันประสิทธิภาพของค่าที่เหมาะสมที่สุดจากผลการทดลองของผลตอบกำลัง

4.2.7 การนำแบบจำลองและวิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดไปในงานออกแบบและติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan และ Pelton

ผู้วิจัยได้นำเสนอการใช้งานแบบจำลองและวิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดไปในงานออกแบบและติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan และ Pelton ต่อวิศวกรและช่างเทคนิคที่เกี่ยวข้องในงานดังกล่าวเป็น 2 แนวทางดังนี้

(1) กรณีวิศวกรและช่างเทคนิคที่เกี่ยวข้อง ทราบค่าที่แน่นอนของความดันและอัตราการไหลที่เป็นได้ของสถานที่ติดตั้ง แล้วต้องการทราบว่าถ้าติดตั้งตามเงื่อนไขดังกล่าวจะได้ ค่าความต่างศักย์ ความถี่ กำลังเท่าไร เพื่อประเมินการตัดสินใจก่อนการติดตั้งจริง วิศวกรและช่างเทคนิคที่เกี่ยวข้องสามารถป้อนค่าความดันและอัตราการไหลที่วัดได้ในแบบจำลองจากงานวิจัยนี้ผ่านโปรแกรม Minitab หรือ สมการของแบบจำลองที่จัดทำอยู่ใน Excel

(2) กรณีวิศวกรและช่างเทคนิคที่เกี่ยวข้อง ทราบค่าที่ความต่างศักย์ ความถี่ กำลังที่ต้องการแล้ว แต่ต้องการหว่าควรติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ความดันและอัตราการไหลเท่าไรจึงเหมาะสม จริง วิศวกรและช่างเทคนิคที่เกี่ยวข้องสามารถป้อนค่าความต่างศักย์ ความถี่ กำลังที่ต้องการผ่านโปรแกรม Minitab หรือ สมการของแบบจำลองที่จัดทำอยู่ใน Excel แล้วใช้ Solver หาค่าอีกที

4.3 การดำเนินการกระบวนการการถ่ายทอดความรู้และรักษาความรู้

สำหรับการถ่ายทอดในกลุ่มติดตั้งและชาวบ้านที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กโดยเน้นการสร้าง กลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้(COP : Community of Practical)ร่วมกับการให้รางวัล จูงใจ ดังรูปที่ 3.1 บทที่ 3

จากการทำรายงานการจัดการความรู้ทำให้ผู้วิจัยทราบว่าผู้เกี่ยวข้องในแต่ละฝ่ายงานที่มาร่วมกันยังมีความรู้ทั้งเชิงทฤษฎีและปฏิบัติ มีความแตกต่างกัน ดังนั้นการสร้างหลักสูตรการอบรม ผลของกระบวนการจัดการความรู้ เพื่อการปรับความรู้และแลกเปลี่ยนประสบการณ์ร่วมกัน โดยมีการเรียนรู้และอบรมที่เป็นการสรุปความสำคัญไว้ดังนี้

(1) ความรู้พื้นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กมาก

เกี่ยวข้องกับบทที่ 1.2

บทที่ 1 บทนำ

บทที่ 2 พื้นฐานของ เครื่องกังหันน้ำขนาดเล็กมาก

การจัดการความรู้ ทบทวนและเรียนรู้จากการปฏิบัติ

กลุ่มงานหรือ หน่วยงาน	บำรุงรักษาโรงไฟฟ้าและโรงงาน กองบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าเขื่อนภูมิพล	ครั้งที่ 2	เกี่ยวข้อง บทที่ 1.2
ชื่อภารกิจ/งาน	ความรู้พื้นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กมาก		
วันที่ปฏิบัติ	20 มกราคม 2553	การดำเนินงาน	☐ ก่อน ☒ หลัง
ผู้ร่วม แลกเปลี่ยน เรียนรู้	1.นายชนสาร ฐานะวุฒท์ กบก.ฟ. 2.นายสุทธิพงษ์ วงศ์สารภี วศ.9 กบก.ฟ. 3.นายจรร มัลลานู ช.7 ไฟฟ้า 4.นายชนสิทธิ์ มุสิกรม วศ. 4 ไฟฟ้า 5. ว่าที่รต. ปรีชา จันตะเพย ช.3 ไฟฟ้า 6.นายภารม บุญเสริม ช.7 เครื่องกล 7.นายพิสูตร สายบุตร ช.6 เครื่องกล 8.นายธงชัย วันเสาร์ ช.7 โรงงาน 9.นายวัชรชัย คำชา ช.7 โรงงาน 10.นายสมจิตร พุ่มน ช. 7 โรงงาน 11.นายชิน รัตนสุภาชัย วศ.4 โรงงาน 12.นายสมพงษ์ พันธุ์แก้ว ช.7 โยธา		

คุณลิขิต คุณวินัย เครือแก้ว วก. 5 วางแผน

เป้าหมายของภารกิจ/งาน	ที่มา/ปัญหา/ เกิดที่ไหน
- เพื่อให้รู้หลักการทำงาน โครงสร้างของการติดตั้งของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กมาก ขนาดไม่เกิน 5 กิโลวัตต์และอุปกรณ์ประกอบต่างๆ	1. บางหน่วยงานยังไม่รู้ เช่น โรงงาน หรือ พนักงานที่เข้ามาทำงานใหม่ ส่วนหน่วยงานที่อยู่ โรงไฟฟ้าจะรู้เรื่อง 2. หน้าที่และและความสำคัญ ของแต่ละอุปกรณ์ ยังไม่รู้อย่างเป็นระบบ 3. วิธีการการคำนวณหาตำแหน่งตั้งแต่สาขาที่

	ควรรู้ ได้แก่ ด้านไฟฟ้า หรือด้านเครื่องกล หรือด้านโยธา ที่มีความถนัดไม่เหมือนกัน
สิ่งที่ดำเนินการ	สิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง
1. สร้างหลักสูตรระยะสั้น หรือผู้มีความรู้ความเชี่ยวชาญมาบรรยาย 2. ควรจัดให้มีการอบรม หลักสูตร ความรู้พื้นฐานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กมาก 3. ให้มีการ On the Job Training หรือดูงาน	1. เอกสารเนื้อหาควรเพิ่มรูปมากขึ้น 2. ให้บรรยายหรืออบรมกลุ่มเป้าหมายมากขึ้น
สรุปประเด็นสำคัญบทเรียนการปฏิบัติที่เกิดขึ้น	
1. ได้ทำการฝึกอบรมพนักงานที่มีความถนัดแต่ละสาขา เช่นด้านไฟฟ้า ด้านเครื่องกล ด้านโยธา และผู้เกี่ยวข้อง และผู้เกี่ยวข้องกับสายงาน ส่วนใหญ่มีพื้นฐานความรู้ความเข้าใจจากการทำงานแล้ว ความชัดเจนขึ้นอยู่กับประสบการณ์หรือจากอายุการทำงาน ซึ่งทบทวนเพิ่มเติมบางส่วนที่ไม่รู้ให้รู้ในแนวทางเดียวกัน คือ ที่มาของ เครื่องกังหันน้ำผลิตกระแสไฟฟ้าขนาดเล็กมาก มีอุปกรณ์หลักที่สำคัญ ได้แก่ แหล่งน้ำ ท่อส่งน้ำ กังหันน้ำ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ระบบควบคุม ระบบจำหน่ายไฟฟ้า โหลดไฟฟ้าที่ใช้ ประสิทธิภาพ และโหลดทางกลต่างๆ การใช้สูตรพื้นฐานเบื้องต้น ทุกคนให้ความสนใจและเข้าใจงานในภาพรวมมากยิ่งขึ้น 2. ดูงานจากสถานที่จริงทำให้เข้าใจในรายละเอียดได้ง่ายมากขึ้น	
วิธีปฏิบัติในการปฏิบัติภารกิจ/งานที่จะดำเนินงานครั้งต่อไป	
1. ควรมีการอบรมพนักงานเข้าใหม่ เพื่อความเข้าใจในงานมากขึ้น	

การจัดการความรู้ ทบทวนและเรียนรู้จากการปฏิบัติ

กลุ่มงานหรือหน่วยงาน	ชาวบ้านประชาชนและหน่วยงาน อบต. เหนือเขื่อน ต.บ้านนา อ.สามเงา จ.ตาก	ครั้งที่ 2	เกี่ยวข้อง บทที่ 1.2
ชื่อภารกิจ/งาน	ความรู้พื้นฐานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กมาก		
วันที่ปฏิบัติ	20 มีนาคม 2553	การดำเนินงาน	☐ ก่อน ☒ หลัง
ผู้ร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้	1.นายธนสาร ฐานะวุฒย์ กบภ.ฟ. 2.นายพลนัสนันท์ ภูผาเวียง ผอ. หมู่ 1 บ้านนา 3.นายเนาวล ทรายกิจศล ผู้ช่วยผอ.หมู่ 1 บ้านนา 4.นายวิฑูร ภูผาเวียง ชาวบ้าน หมู่ 1 5.นายโกะกะ หินลาดพัฒนา ชาวบ้าน หมู่ 1 6.นายโกยเล สัมปทา ผอ.หมู่ 2 บ้านนา 7.นายจุมพล โป่งคอกหลวงอบต. หมู่ 1 8.นายนายสำริตร หลวงทอง ชาวบ้าน หมู่ 1 9.นายเสกสรร ดีเด่นเป็นผล ชาวบ้าน หมู่ 1 10.นายโปลิ นกน้อยภูเข ชาวบ้าน หมู่ 1 11.นายบรรณวัชร ได้ลาภเสมอ ชาวบ้าน หมู่ 1 12.นายตุ๊ตู่ ภูผาเวียง ชาวบ้าน หมู่ 1		

คุณลิขิต คุณวินัย เครือแก้ว วก. 5 วางแผน

เป้าหมายของภารกิจ/งาน	ที่มา/ปัญหา/เกิดที่ไหน
- เพื่อให้รู้หลักการทำงาน โครงสร้างของการติดตั้งของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กมาก ขนาดไม่เกิน 5 กิโลวัตต์และอุปกรณ์ประกอบต่างๆ	1. บางหน่วยงานราชการและชาวบ้านยังไม่รู้เรื่อง หน้าที่และความสำคัญ ของแต่ละอุปกรณ์อย่างเป็นระบบ 2. วิธีการการคำนวณหาค่าเบื้องต้นแต่ละสาขาที่ควรรู้ ได้แก่ ด้านไฟฟ้า หรือด้านเครื่องกล หรือด้านโยธา ที่มีความถนัดไม่เหมือนกัน 3. หน่วยงานราชการและชาวบ้าน ที่มีความรู้บางกลุ่ม อยากรู้วิธีการคิดหรือคำนวณเบื้องต้น ด้านไฟฟ้า ด้านเครื่องกล ด้านโยธา เพื่อเป็นแนวทาง
สิ่งที่ดำเนินการ	สิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง
1. สร้างหลักสูตรระยะสั้น หรือผู้มีความรู้ความเชี่ยวชาญมาบรรยาย 2. ให้มีการ On the Job Training หรือดูงาน	1. เอกสารเนื้อหาควรเพิ่มรูปมากขึ้น 2. ให้บรรยายหรืออบรมกลุ่มเป้าหมายมากขึ้น
สรุปประเด็นสำคัญบทเรียนการปฏิบัติที่เกิดขึ้น	
1. บรรยายให้เจ้าหน้าที่และชาวบ้าน เข้าใจพื้นฐานความรู้ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กมากให้รู้ในแนวทางเดียวกัน คือ ที่มาของ เครื่องกังหันน้ำผลิตกระแสไฟฟ้าขนาดเล็กมาก มีอุปกรณ์หลักที่สำคัญ ได้แก่ แหล่งน้ำ ท่อส่งน้ำ กังหันน้ำ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ระบบควบคุม ระบบจำหน่ายไฟฟ้า โหลดไฟฟ้าที่ใช้ประสิทธิภาพ และโหลดทางกลต่างๆ การใช้สูตรพื้นฐานเบื้องต้น ทุกคนให้ความสนใจและเข้าใจงานในภาพรวมมากยิ่งขึ้น 2. ดูงานจากสถานที่จริงทำให้เข้าใจในรายละเอียดได้ง่ายมากขึ้น	
วิธีปฏิบัติในการปฏิบัติภารกิจ/งานที่จะดำเนินงานครั้งต่อไป	
1. ควรมีการบรรยาย ทบทวนกับชาวบ้านรุ่นต่อไป	

(2) แบบแผนและ การวางแผนโครงการ

เกี่ยวข้องกับบทที่ 3.4.5

บทที่ 3 ระบุแบบแผนโครงการ

บทที่ 4 วางแผนโครงการ เครื่องกั้นน้ำขนาดเล็กมาก

บทที่ 5 ความเป็นเจ้าของและความเป็นไปได้

การจัดการความรู้ ทบทวนและเรียนรู้จากการปฏิบัติ

กลุ่มงานหรือ หน่วยงาน	บำรุงรักษาโรงไฟฟ้าและโรงงาน กองบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าเขื่อนภูมิพล	ครั้งที่ 2	เกี่ยวข้อง บทที่ 3.4.5
ชื่อภารกิจ/งาน	แบบแผนและ การวางแผนโครงการ		
วันที่ปฏิบัติ	20 มกราคม 2553	การดำเนินงาน	☐ ก่อน ☒ หลัง
ผู้ร่วม แลกเปลี่ยน เรียนรู้	1.นายชนสาร ฐานะวุฑฒ์ กบก.ฟ. 2.นายสุทธิพงษ์ วงศ์สารภี วศ.9 กบก.ฟ. 3.นายขจร มัลลานู ช.7 ไฟฟ้า 4.นายชนสิทธิ์ มุสิพรหม วศ. 4 ไฟฟ้า 5. ว่าที่รต. ปรีชา จันตะเพย ช.3 ไฟฟ้า 6.นายภรณ์ บุญเสริม ช.7 เครื่องกล 7.นายพิศุตร สายบุตร ช.6 เครื่องกล 8.นายชงชัย วันเสาร์ ช.7 โรงงาน 9.นายวัชรศรี คำยา ช.7 โรงงาน 10.นายสมจิตร ฟูมัน ช. 7 โรงงาน 11.นายชิน รัตนสุภาชัย วศ.4 โรงงาน 12.นายสมพงษ์ พันธุ์แก้ว ช.7 โยธา		

คุณลิขิต คุณวินัย เครือแก้ว วท. 5 วางแผน

เป้าหมายของภารกิจ/งาน	ที่มา / ปัญหา / เกิดที่ไหน
1. เพื่อให้รู้ความต้องการและการเลือกโครงการ จะติดตั้ง ที่ให้ประโยชน์ในการใช้งานสูงสุดและเทคนิค ต่างๆ 2. ให้หาอัตราการไหลของน้ำ และความสูงของ น้ำ เบื้องต้นได้ 3. สามารถเลือกค่าใช้จ่ายที่เหมาะสมในการ ลงทุน หรือความจำเป็น	1. ไม่สามารถตัดสินใจเลือกสถานที่ หรือ แนวทางในการเลือกพื้นที่ 2. ไม่รู้วิธีในการวัด หาอัตราการไหลของน้ำ และความสูงของน้ำ เบื้องต้นในพื้นที่จริง 3. ไม่สามารถวิเคราะห์หาค่าใช้จ่าย โดยประมาณได้
สิ่งที่ดำเนินการ	สิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง
1. ประชุมชี้แจงทำความเข้าใจ และแนะแนวทาง คำแนะนำ ส่วนใหญ่มีความรู้แต่ขาดวิธีการที่จะใช้ 2. จัดการบรรยายเบื้องต้น วิธีการใช้อุปกรณ์ อย่าง ถูกต้องและปลอดภัย 3. สอนการใช้สูตรพื้นฐานที่สำคัญ 4. อบรมการคิดค่าใช้จ่ายและการประมาณการ	1. เพิ่มในรายละเอียดเนื้อหาและเวลาให้มาก ขึ้น 2. ให้บรรยายหรืออบรมกลุ่มเป้าหมายมากขึ้น

สรุปประเด็นสำคัญที่เรียนการปฏิบัติที่เกิดขึ้น	
1. ประชุมชี้แจงบรรยายให้เข้าใจในการ ระบุแบบแผนโครงการ ในการระบุสถานที่ ท่อไป หรือ เฉพาะเจาะจง ซึ่งเกี่ยวข้องกับผู้นับถือ ประชาชน ชุมชน จำนวนประชากร เส้นทางสัญจร การขนส่ง 2. ได้บรรยายเกี่ยวกับการวางโครงการมีส่วนที่เกี่ยวข้องกับ การลงทุน การเลือกหรือใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในหมู่บ้าน จุดสำรวจที่ในการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ประมาณราคา พิจารณาความเป็นไปได้ พิจารณาแหล่ง น้ำ ประชุมกลุ่ม กำหนดรายละเอียดโครงการ ตรวจสอบรายละเอียด แผนที่ ผังโครงการและการแก้ไข แผนผัง ผู้เกี่ยวข้องในการใช้ไฟฟ้า การสั่งซื้ออุปกรณ์และฝึกปฏิบัติ ทั้งหมดทำทุกคนสามารถทราบถึงขอบข่ายที่ ดำเนินการได้ดี และเป็นไปในแนวทางเดียวกัน ทุกคนเข้าใจสามารถนำไปปฏิบัติได้ 3. ได้การบรรยายถึงความเป็นไปได้ของโครงการ โดยพิจารณาทางเลือกการเป็นเจ้าของ การประมาณราคา การเก็บค่ากระแสไฟฟ้า สำรวจความต้องการของชุมชน หรือจำนวนความพร้อมจ่ายไฟฟ้า ซึ่งต้องให้ชุมชน ร่วม พิจารณา หรือการจัดการในรูปแบบสหกรณ์ ในการบรรยายทำให้ทุกคนเข้าใจยิ่งขึ้นว่าเกี่ยวข้องกับใคร 4. ดูงานจากสถานที่จริงทำให้เข้าใจในรายละเอียดได้ง่ายมากขึ้น	
วิธีปฏิบัติในการปฏิบัติภารกิจ/งานที่จะดำเนินงานครั้งต่อไป	
1. ควรมีการอบรมพนักงานเข้าใหม่ เพื่อความเข้าใจในงานมากขึ้น 2. ควรมี on the job training ด้วย	

การจัดการความรู้ ทบทวนและเรียนรู้จากการปฏิบัติ

กลุ่มงานหรือ หน่วยงาน	ชาวบ้านประชาชนและหน่วยงาน อบต. เหนือเขื่อน ต.บ้านนา อ.สามเงา จ.ตาก	ครั้งที่ 2	เกี่ยวข้อง บทที่ 3.4.5
ชื่อภารกิจ/งาน	แบบแผนและ การวางแผนโครงการ		
วันที่ปฏิบัติ	20 มีนาคม 2553	การดำเนินงาน	☐ ก่อน ☒ หลัง
ผู้ร่วม แลกเปลี่ยน เรียนรู้	1.นายชนสาร ฐานะวุฒย์ กบภ.ฟ. 2.นายพลนัสนันท์ ภูผาเวียง ผอ. หมู่ 1 บ้านนา 3.นายวัน ธารกิจศล ผู้ช่วยผอ.หมู่ 1 บ้านนา 4.นายวิฑูร ภูผาเวียง ชาวบ้าน หมู่ 1 5.นายโกะกะ หินลาดพัฒนา ชาวบ้าน หมู่ 1 6.นายโกศล สัมปทา ผอ.หมู่ 2 บ้านนา 7.นายจุมพล โป่งค้อยหลวงอบต. หมู่ 1 8.นายนายสำริด หลวงทอง ชาวบ้าน หมู่ 1 9.นายเสกสรร ดีเด่นเป็นผล ชาวบ้าน หมู่ 1 10.นายโปลิ นกน้อยภูเขา ชาวบ้าน หมู่ 1 11.นายบรรณวัชร ได้ลาภเสมอ ชาวบ้าน หมู่ 1 12.นายตุ๊ตู่ ภูผาเวียง ชาวบ้าน หมู่ 1		

คุณลิขิต คุณวินัย เครือแก้ว วก. 5 วางแผน

เป้าหมายของภารกิจ/งาน	ที่มา / ปัญหา / เกิดที่ไหน
1. เพื่อให้รู้ความต้องการและการเลือกโครงการจะติดตั้ง ที่ให้ประโยชน์ในการใช้งานสูงสุดและเทคนิคต่างๆ 3. ให้หาอัตราการไหลของน้ำ และความสูงของน้ำ เบื้องต้นได้	1. ไม่สามารถตัดสินใจเลือกสถานที่ หรือ แนวทางในการเลือกพื้นที่ 2. ไม่รู้วิธีในการวัด หาอัตราการไหลของ น้ำ และความสูงของน้ำ เบื้องต้นในพื้นที่จริง

4. สามารถเลือกหาค่าใช้จ่ายที่เหมาะสมในการลงทุน หรือความจำเป็น	3. ไม่สามารถวิเคราะห์หาค่าใช้จ่ายโดยประมาณได้
สิ่งที่ดำเนินการ	สิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง
1. ประชุมชี้แจงทำความเข้าใจ และแนะแนวทางคำแนะนำ ส่วนใหญ่มีความรู้แต่ขาดวิธีการที่จะใช้ 2. จัดการบรรยายเบื้องต้น วิธีการใช้อุปกรณ์ อย่างถูกต้องและปลอดภัย สอนการใช้สูตรพื้นฐานที่สำคัญ 3. บรรยายการคิดค่าใช้จ่ายและการประมาณการ	1. ให้บรรยายหรืออบรมกลุ่มเป้าหมายมากขึ้น
สรุปประเด็นสำคัญบทเรียนการปฏิบัติที่เกิดขึ้น	
1. ประชุมชี้แจงบรรยายให้เข้าใจในการ ระบุแบบแผนโครงการ ในการระบุสถานที่ ท่อไป หรือเฉพาะเจาะจง ซึ่งเกี่ยวข้องกับผู้บริโภค ประชาชน ชุมชน จำนวนประชากร เส้นทางสัญจร การขนส่ง 2. ได้บรรยายเกี่ยวกับการวางโครงการมีส่วนที่เกี่ยวข้องกับ การลงทุน การเลือกหรือใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในหมู่บ้าน จุดสำรวจที่ในการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ประมาณราคา พิจารณาความเป็นไปได้ พิจารณาแหล่งน้ำ ประชุมกลุ่ม กำหนดรายละเอียดโครงการ ตรวจสอบรายละเอียด แผนที่ ผังโครงการและการแก้ไข แผนผังผู้เกี่ยวข้องในการใช้ไฟฟ้า การสั่งซื้ออุปกรณ์และฝึกปฏิบัติ ทั้งหมดทำทุกคนสามารถทราบถึงขอบข่ายที่ดำเนินการได้ดี และเป็นในแนวทางเดียวกัน ทุกคนเข้าใจสามารถนำไปปฏิบัติได้ 3. ได้การบรรยายถึงความเป็นไปได้ของโครงการ โดยพิจารณาทางเลือกการเป็นเจ้าของ การประมาณราคา การเก็บค่ากระแสไฟฟ้า สำนวณความต้องการของชุมชน หรือจำนวนความพร้อมจ่ายไฟฟ้า ซึ่งต้องให้ชุมชน ร่วมพิจารณา หรือการจัดการในรูปแบบสหกรณ์ ในการบรรยายทำให้ทุกคนเข้าใจยิ่งขึ้นว่าเกี่ยวข้องกับใคร 4. คู่มือจากสถานที่จริงทำให้เข้าใจในรายละเอียดได้ง่ายมากขึ้น 5. ควรมี on the job training ด้วย	
วิธีปฏิบัติในการปฏิบัติภารกิจ/งานที่จะดำเนินงานครั้งต่อไป	
1. ควรมีการบรรยาย ทบทวนกับชาวบ้านรุ่นต่อไป	

(3) การวางแผนงานและการสำรวจพื้นที่
เกี่ยวข้องกับบทที่ 6.7

บทที่ 6 การวางแผนผัง

บทที่ 7 การสำรวจพื้นที่

การจัดการความรู้ ทบทวนและเรียนรู้จากการปฏิบัติ

กลุ่มงานหรือ หน่วยงาน	บำรุงรักษาโรงไฟฟ้าและโรงงาน กองบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าเขื่อนภูมิพล	ครั้งที่ 2	เกี่ยวข้องกับ บทที่ 6.7
ชื่อภารกิจ/งาน	การวางแผนงานและการสำรวจพื้นที่		
วันที่ปฏิบัติ	20 มกราคม 2553	การดำเนินงาน	☐ ก่อน ☒ หลัง
ผู้ร่วม แลกเปลี่ยน เรียนรู้	1.นายธนสาร ฐานะวุฒฑ์ กบภ.ฟ. 2.นายสุทธิพงษ์ วงศ์สารภี วศ.9 กบภ.ฟ. 3.นายขจร มัลลานู ช.7 ไฟฟ้า 4.นายชนสิทธิ์ มุสิกรม วศ. 4 ไฟฟ้า 5. ว่าที่รต. ปรีชา จันตะเพย ช.3 ไฟฟ้า 6.นายการม บุญเสริม ช.7 เครื่องกล 7.นายพิสูตร สายบุตร ช.6 เครื่องกล 8.นายธงชัย วันเสาร์ ช.7 โรงงาน 9.นายวัชรศร คำยา ช.7 โรงงาน 10.นายสมจิตร พุ่มน ช. 7 โรงงาน 11.นายชิน รัตนสุภาชัย วศ.4 โรงงาน 12.นายสมพงษ์ พันธุ์แก้ว ช.7 โยธา		

คุณลิขิต คุณวินัย เครือแก้ว วท. 5 วางแผน

เป้าหมายของภารกิจ/งาน	ที่มา/ปัญหา / เกิดที่ไหน
1. สามารถวางแผนงานที่สำรวจสถานที่ติดตั้ง แหล่งน้ำ กรรมสิทธิ์ ผลผลิตที่ได้ การจ่ายน้ำ การ วางท่อ การใช้ให้ได้ประโยชน์สูงสุด 2. การเลือกข้อมูลอัตราการไหล เทียบกับ กำลังผลิตแต่ละพื้นที่ ในการพิจารณาทางเลือก	1. ไม่รู้หรือเข้าใจการตัดสินใจในการวางแผนผัง เกี่ยวข้องอะไรกับใครหรือผลที่จะได้รับ 2. ไม่เข้าใจหรือหลักการในการเลือกวางแผนผัง งานอย่างชัดเจน 3. ไม่รู้วิธีการวัดความสูงของน้ำในพื้นที่จริงควร พิจารณาอะไรบ้างมีวิธี 4. ไม่รู้วิธีวัดอัตราการไหลของน้ำในพื้นที่จริงและ ควรหรือมีวิธีการอะไรบ้าง
สิ่งที่ดำเนินการ	สิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง
1. จัดให้มีการอบรมหรือบรรยายเพิ่มเพื่อ ความเข้าใจ 2. ให้มีการ On the Job Training หรือดูงาน	1. ให้บรรยายหรืออบรมกลุ่มเป้าหมายมากขึ้น

สรุปประเด็นสำคัญที่เรียนการปฏิบัติที่เกิดขึ้น
1. ได้บรรยายเกี่ยวกับการวางแผนงาน สถานที่ติดตั้ง แหล่งน้ำ กรรมสิทธิ์ ผลผลิตที่ได้ การจ่ายน้ำ การวางท่อ การใช้ ให้ได้ประโยชน์สูงสุด ทำให้ทราบถึงปัจจัยแนวทางในการเลือกการใช้ประโยชน์ที่คุ้มค่าในการตัดสินใจ นำไปใช้งานได้ 2. ได้บรรยาย เกี่ยวกับการจัดการพลังงานในลำน้ำ วิธีวัดอัตราการไหล และความสูงของน้ำ ด้วยวิธีการต่างๆ และการใช้เครื่องมือในการวัดให้บรรลุผล พร้อมทั้งวิธีการคำนวณในแต่ละวิธี ทำให้เข้าใจวิธีการมากขึ้น สามารถนำไปเลือกการปฏิบัติ ในพื้นที่ที่ได้เหมาะสม ทำให้รู้ถึงวิธีการได้ละเอียดขึ้น
วิธีปฏิบัติในการปฏิบัติภารกิจ/งานที่จะดำเนินงานครั้งต่อไป
1. เพิ่มให้มีการ On the Job Training 2. ควรมีการอบรมพนักงานเข้าใหม่ เพื่อความเข้าใจในงานมากขึ้น

การจัดการความรู้ ทบทวนและเรียนรู้จากการปฏิบัติ

กลุ่มงานหรือหน่วยงาน	ชาวบ้านประชาชนและหน่วยงาน อบต.เหนือเขื่อน ต.บ้านนา อ.สามเงา จ.ตาก	ครั้งที่ 2	เกี่ยวข้องบทที่ 6.7
ชื่อภารกิจ/งาน	การวางแผนงานและการสำรวจพื้นที่		
วันที่ปฏิบัติ	21.22 มีนาคม 2553	การดำเนินงาน	☐ ก่อน ☒ หลัง
ผู้ร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้	1.นายธนสาร ฐานะวุฒย์ กบภ.ฟ. 2.นายพลนัสนันท์ ภูผาเวียง ผอ. หมู่ 1 บ้านนา 3.นายพล ธารกิจดล ผู้ช่วยผอ.หมู่ 1 บ้านนา 4.นายวิฑูร ภูผาเวียง ชาวบ้าน หมู่ 1 5.นายโกะกะ หินลาดพัฒนา ชาวบ้าน หมู่ 1 6.นายโคยเล สัมปทา ผอ.หมู่ 2 บ้านนา 7.นายจุมพล โป่งคอยหลวงอบต. หมู่ 1 8.นายนายสาริตร หลวงทอง ชาวบ้าน หมู่ 1 9.นายเสกสรร ดีเด่นเป็นผล ชาวบ้าน หมู่ 1 10.นายโปลิ นกน้อยภูเข ชาวบ้าน หมู่ 1 11.นายบรรณวัชร ได้ลาเกษมอ ชาวบ้าน หมู่ 1 12.นายตุ๊ตู่ ภูผาเวียง ชาวบ้าน หมู่ 1		

คุณลิขิต คุณวินัย เครือแก้ว วก. 5 วางแผน

เป้าหมายของภารกิจ/งาน	ที่มา/ปัญหา/ เกิดที่ไหน
1. สามารถวางแผนงานที่สำรวจสถานที่ติดตั้ง แหล่งน้ำ กรรมสิทธิ์ ผลผลิตที่ได้ การจ่ายน้ำ การวางท่อ การใช้ ให้ได้ประโยชน์สูงสุด	1. ไม่รู้หรือเข้าใจการตัดสินใจในการวางแผน ต้องเกี่ยวข้องอะไรกับใครหรือผลที่จะได้รับ 2. ไม่เข้าใจหรือหลักการในการเลือกวางแผน

2 การเลือกข้อมูลอัตราการไหล เทียบกับกำลังผลิตแต่ละพื้นที่ ในการพิจารณาทางเลือก	แผนผังงานอย่างชัดเจน 3. ไม่รู้วิธีการวัดความสูงของน้ำในพื้นที่จริง ควรพิจารณาอะไรบ้างมีกี่วิธี 4. ไม่รู้วิธีวัดอัตราการไหลของน้ำในพื้นที่จริง และควรหรือมีวิธีการอะไรบ้าง
สิ่งที่ดำเนินการ	สิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง
1. จัดให้มีการบรรยายเพิ่มเพื่อความเข้าใจ 2. ให้มีการ On the Job Training หรือดูงาน	1. ให้บรรยายหรืออบรมกลุ่มเป้าหมายมากขึ้น
สรุปประเด็นสำคัญที่เรียนการปฏิบัติที่เกิดขึ้น	
1. ได้บรรยายเกี่ยวกับการวางแผนงาน สถานที่ติดตั้ง แหล่งน้ำ กรรมสิทธิ์ ผลผลิตที่ได้ การจ่ายน้ำ การวางแผนการใช้ให้ได้ประโยชน์สูงสุด ทำให้ทราบถึงปัจจัยแนวทางในการเลือกการใช้ประโยชน์ที่คุ้มค่าในการตัดสินใจ นำไปใช้งานได้ 2. ได้บรรยาย เกี่ยวกับการจัดการพลังงานในลำน้ำ วิธีวัดอัตราการไหล และความสูงของน้ำ ด้วยวิธีการต่างๆ และการใช้เครื่องมือในการวัดให้บรรลุผล พร้อมทั้งวิธีการคำนวณในแต่ละวิธี ทำให้เข้าใจวิธีการมากขึ้น สามารถนำไปเลือกการปฏิบัติ ในพื้นที่ที่ได้ได้อย่างเหมาะสม ทำให้รู้ถึงวิธีการได้ละเอียดขึ้น 3. ให้มีการ On the Job Training	
วิธีปฏิบัติในการปฏิบัติภารกิจ/งานที่จะดำเนินงานครั้งต่อไป	
1. ควรมีการบรรยาย ทบทวนกับชาวบ้านรุ่นต่อไป	

- (4) การออกแบบและติดตั้งเครื่องกังหันน้ำ เครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า
 เกี่ยวข้องกับบทที่ 8, 9, 10, 11 และ 12
 บทที่ 8 การออกแบบ เครื่องกังหันน้ำขนาดเล็กมาก
 บทที่ 9 การผลิตกระแสไฟฟ้า
 บทที่ 10 การจัดการอัตราการไหล
 บทที่ 11 ท่อส่งน้ำ
 บทที่ 12 โรงไฟฟ้า

การจัดการความรู้ ทบทวนและเรียนรู้จากการปฏิบัติ

กลุ่มงานหรือ หน่วยงาน	บำรุงรักษาโรงไฟฟ้าและโรงงาน กองบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าเขื่อนภูมิพล	ครั้งที่ 2	เกี่ยวข้อง บทที่ 8,9,10,11,12
ชื่อภารกิจ/งาน	การออกแบบและติดตั้งเครื่องกังหันน้ำ เครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า		
วันที่ปฏิบัติ	21 มกราคม 2553	การดำเนินงาน	☐ ก่อน ☒ หลัง
ผู้ร่วม แลกเปลี่ยน เรียนรู้	1.นายชนสาร ฐานะวุฒม์ กบภ.ฟ. 2.นายสุทธิพงษ์ วงศ์สารภี วศ.9 กบภ.ฟ. 3.นายจร มัลลานู ช.7 ไฟฟ้า 4.นายธนสิทธิ์ มุสิพรหม วศ. 4 ไฟฟ้า 5. ว่าที่รต. ปรีชา จันตะเพย ช.3 ไฟฟ้า 6.นายการม บุญเสริม ช.7 เครื่องกล 7.นายพิศุตร สายบุตร ช.6 เครื่องกล 8.นายชงชัย วันเสาร์ ช.7 โรงงาน 9.นายวัชรศรี คำยา ช.7 โรงงาน 10.นายสมจิตร พุ่มน ช. 7 โรงงาน 11.นายชิน รัตนสุภาชัย วศ.4 โรงงาน 12.นายสมพงษ์ พันธุ์แก้ว ช.7 โยธา		

คุณลิขิต คุณวินัย เครือแก้ว วท. 5 วางแผน

เป้าหมายของภารกิจ/งาน	ที่มา/ปัญหา/เกิดที่ไหน
1. เพื่อให้รู้การเลือกใช้น้ำและแบบกังหันน้ำ ตามความต้องการ ให้เหมาะสมกับแหล่งน้ำ โดยเน้น แบบ Pelton (Turgo) turbine Turgo Turbine และ Kaplan Turbine 2. เพื่อให้รู้การเลือกใช้น้ำและแบบ ประเภท เครื่องกำเนิดไฟฟ้า.ให้เหมาะสมกับการใช้งาน 3. เพื่อให้รู้การเลือกใช้น้ำและแบบ ประเภท ระบบควบคุมให้เหมาะสมกับการใช้งาน 4. เพื่อให้รู้การเลือกใช้น้ำและแบบ ประเภท แหล่งน้ำ การส่งน้ำ ท่อน้ำให้เหมาะสมกับการใช้งาน 5. การเลือกและการติดตั้งฝาย 6. เพื่อเลือกโครงสร้างอาคารโรงไฟฟ้า	1. ไม่รู้วิธีการการเลือกกังหันน้ำที่ชัดเจนและ วิธีการคำนวณเบื้องต้น 2. ไม่รู้วิธีการเลือกเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบไหน ถึงจะเหมาะสม การเลือกใช้งานอย่างไร 3. ไม่รู้วิธีการเลือกระบบควบคุมเครื่องกำเนิด ไฟฟ้าแบบไหนถึงจะเหมาะสม การเลือกใช้งานอย่างไร 4. ไม่รู้วิธีการออกแบบ 5. หาแหล่งน้ำไม่เป็นที่จะนำมาใช้งาน 6. การเลือกขนาดท่อและค่าการสูญเสียต่างๆ 7. การทำฝายไม่เป็นหรือมีวิธีการอย่างไร

สิ่งที่ดำเนินการ	สิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง
1. สร้างหลักสูตรระยะสั้น หรือผู้มีความรู้ความเชี่ยวชาญมาบรรยาย 2. จัดให้มีการอบรม หลักสูตร ความรู้ด้านกักกันน้ำ ด้านเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กมาก ระบบควบคุม การใช้งานอุปกรณ์ประกอบ และวิธีการหาแหล่งน้ำ และการสร้างฝายขนาดเล็ก 3. ให้มีการ On the Job Training หรือดูงาน	1. เอกสารเนื้อหาควรเพิ่มมากขึ้นและเพิ่มเวลาการอบรม 2. ให้บรรยายหรืออบรมกลุ่มเป้าหมายมากขึ้น
สรุปประเด็นสำคัญบทเรียนการปฏิบัติที่เกิดขึ้น	
1. ได้ทำการฝึกอบรมพนักงาน ให้มีความรู้ความเข้าใจในการเลือกกักกันแต่ละแบบให้เหมาะสมกับการใช้งาน สามารถหาซื้อหรือทำเองได้ง่าย เสียค่าใช้จ่ายน้อย บำรุงรักษาง่าย และการหาซื้อนำมาใช้งาน ทำให้ผู้รับการอบรมเข้าใจมากยิ่งขึ้น นำไปสู่การปฏิบัติ 2. ได้ทำการฝึกอบรมพนักงานการรู้ประเภท หลักการทำงานแต่ละประเภท ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า การเลือกใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ขนาดและราคาที่เหมาะสม ทำให้เข้าใจและเลือกใช้ได้ถูกต้อง สำหรับกักกันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก ผู้เข้ารับการอบรมเข้าใจมากยิ่งขึ้น สามารถนำไปปฏิบัติได้ 3. ได้ทำการฝึกอบรมพนักงานการรู้ประเภท หลักการทำงานแต่ละประเภท ของระบบควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า การเลือกใช้ ขนาดและราคาที่เหมาะสม ทำให้เข้าใจและเลือกใช้ได้ถูกต้อง สำหรับกักกันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก ผู้เข้ารับการอบรมเข้าใจมากยิ่งขึ้น สามารถนำไปปฏิบัติได้ 4. ได้บรรยาย การจัดการไหลของน้ำสำหรับ Intake ในการทำท่อบก้นน้ำ ด้วย คอนกรีต หรือหิน จัดการช่องควบคุมการไหลให้เหมาะสม การออกแบบช่องน้ำ การป้องกันขยะ และทราย หรือสร้างทางน้ำ การทำถังพักน้ำ การระบายทราย การล้างฝาย ช่องทางน้ำเดินเพื่อให้เพียงพอต่อการใช้งาน ให้ผู้รับการอบรมเข้าใจวิธีการมากขึ้น นำไปปฏิบัติได้ 5. ได้บรรยาย ในเรื่องการเลือกท่อส่งน้ำ ขนาดของท่อที่เหมาะสมกับความสูงของน้ำและแรงดันน้ำ ประเภทของท่อส่งน้ำ วัสดุที่ใช้ทำท่อน้ำ การสูญเสียภายในท่อ การติดตั้งและวิธีการติดตั้งแบบง่าย การวางแผนเส้นทางท่อ และป้องกันไฟฟ้า ทำให้ผู้รับการอบรมเข้าใจวิธีการที่ถูกต้องและง่ายในการติดตั้ง 6. ได้บรรยาย เกี่ยวกับตัวโรงไฟฟ้า การทำโครงสร้าง ทำผังวางอุปกรณ์เครื่องจักร และการระบายน้ำเป็นสิ่งที่จำเป็นทั้งการป้องกันอุปกรณ์ ให้ง่ายต่อการติดตั้งราคาถูก ทุกคนเห็นความสำคัญและจำเป็นของโรงไฟฟ้า 7. ดูงาน	
วิธีปฏิบัติในการปฏิบัติภารกิจ/งานที่จะดำเนินงานครั้งต่อไป	
1 ให้มีการ On the Job Training 2 ควรมีการอบรมพนักงานเข้าใหม่ เพื่อความเข้าใจในงานมากขึ้น	

การจัดการความรู้ ทบทวนและเรียนรู้จากการปฏิบัติ

กลุ่มงานหรือ หน่วยงาน	ชาวบ้านประชาชนและหน่วยงาน อบต. เหนือเขื่อน ต.บ้านนา อ.สามเงา จ.ตาก	ครั้งที่ 2	เกี่ยวข้อง บทที่ 8,9,10,11,12
ชื่อภารกิจ/งาน	การออกแบบและติดตั้งเครื่องกังหันน้ำ เครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า		
วันที่ปฏิบัติ	21.22 มีนาคม 2553	การดำเนินงาน	☐ ก่อน ☒ หลัง
ผู้ร่วม แลกเปลี่ยน เรียนรู้	1.นายธนสาร ฐานะวุฒย์ กบภ.ฟ. 2.นายพลนัสนันท์ ภูผาเวียง พญ หมู่ 1 บ้านนา 3.นายนวนล ธารากิจดล ผู้ช่วยพญ.หมู่ 1 บ้านนา 4.นายวิฑูร ภูผาเวียง ชาวบ้าน หมู่ 1 5.นายโกะกะ หินลาดพัฒนา ชาวบ้าน หมู่ 1 6.นายโกยเล สัมปทา พญหมู่ 2 บ้านนา 7.นายจุมพล โป่งคอยหลวงอบต. หมู่ 1 8.นายนายสำริตร หลวงทอง ชาวบ้าน หมู่ 1 9.นายเสกสรร ดีเด่นเป็นผล ชาวบ้าน หมู่ 1 10.นายโปลิ นกน้อยภูเข ชาวบ้าน หมู่ 1 11.นายบรรณวัชร ได้ลาภเสมอ ชาวบ้าน หมู่ 1 12.นายตุ๊ตู่ ภูผาเวียง ชาวบ้าน หมู่ 1		

คุณลิขิต คุณวินัย เครือแก้ว วก. 5 วางแผน

เป้าหมายของภารกิจ/งาน	ที่มา / ปัญหา / เกิดที่ไหน
1. เพื่อให้รู้การเลือกใช้น้ำขนาดและแบบกังหันน้ำตามความต้องการให้เหมาะสมกับแหล่งน้ำ โดยเน้นแบบ Pelton (Turgo) turbine Turgo Turbinell และ Kaplan Turbine 2. เพื่อให้รู้การเลือกใช้น้ำขนาดและแบบ ประเภทเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้เหมาะสมกับการใช้งาน 3. เพื่อให้รู้การเลือกใช้น้ำขนาดและแบบ ประเภทระบบควบคุมให้เหมาะสมกับการใช้งาน 4. เพื่อให้รู้การเลือกใช้น้ำขนาดและแบบ ประเภทแหล่งน้ำ การส่งน้ำ ท่อน้ำให้เหมาะสมกับการใช้งาน 5. การเลือกและการติดตั้งฝาย 6. เพื่อเลือกโครงสร้างอาคารโรงไฟฟ้า	1. ไม่รู้วิธีการการเลือกกังหันน้ำที่ชัดเจนและวิธีการคำนวณเบื้องต้น 2. ไม่รู้วิธีการเลือกเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบไหนถึงจะเหมาะสม การเลือกใช้งานอย่างไร 3. ไม่รู้วิธีการเลือกระบบควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบไหนถึงจะเหมาะสม การเลือกใช้งานอย่างไร 4. ไม่รู้วิธีการออกแบบ 5. หาแหล่งน้ำไม่เป็นที่จะนำมาใช้งาน 6. การเลือกขนาดท่อและหาค่าการสูญเสียต่างๆ 7. การทำฝายไม่เป็นหรือมีวิธีการอย่างไร
สิ่งที่ดำเนินการ	สิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง
1. สร้างหลักสูตรระยะสั้น หรือผู้มีความรู้ความเชี่ยวชาญมาบรรยาย หลักสูตร ความรู้ด้านกังหันน้ำ ด้านเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กมาก ระบบควบคุม การใช้งานอุปกรณ์ประกอบ และวิธีการหาแหล่งน้ำ และการสร้างฝายขนาดเล็ก 2. ให้มีการ On the Job Training หรือดูงาน	1. ให้บรรยายหรืออบรมกลุ่มเป้าหมายมากขึ้น

สรุปประเด็นสำคัญที่เรียนการปฏิบัติที่เกิดขึ้น
1. ได้บรรยาย ให้มีความรู้ความเข้าใจในการเลือกกังหันแต่ละแบบให้เหมาะสมกับการใช้งาน สามารถหาซื้อหรือทำเองได้ง่าย เสียค่าใช้จ่ายน้อย บำรุงรักษาง่าย และการหาซื้อนำมาใช้งาน ทำให้ผู้รับการอบรมเข้าใจมากยิ่งขึ้น นำไปสู่การปฏิบัติ 3 ได้บรรยาย การรู้ประเภท หลักการทำงานแต่ละประเภท ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า การเลือกใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ขนาดและราคาที่เหมาะสม ทำให้เข้าใจและเลือกใช้ได้อย่างถูกต้อง สำหรับกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก ผู้รับการอบรมเข้าใจมากยิ่งขึ้น สามารถนำไปปฏิบัติได้ 4 ได้บรรยาย การรู้ประเภท หลักการทำงานแต่ละประเภท ของระบบควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า การเลือกใช้ ขนาดและราคาที่เหมาะสม ทำให้เข้าใจและเลือกใช้ได้อย่างถูกต้อง สำหรับกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก ผู้รับการอบรมเข้าใจมากยิ่งขึ้น สามารถนำไปปฏิบัติได้ 5 ได้บรรยาย การจัดการไหลของน้ำสำหรับ Intake ในการทำท่อบก้นน้ำ ด้วย คอนกรีต หรือหิน จัดการช่องควบคุมการไหลให้เหมาะสม การออกแบบช่องน้ำ การป้องกันขยะ และทราย หรือสร้างทางน้ำ การทำถังพักน้ำ การระบายทราย การล้างฝาย ช่องทางน้ำสั้นเพื่อให้เพียงพอต่อการใช้งาน ให้ผู้รับการอบรมเข้าใจวิธีการมากขึ้น นำไปปฏิบัติได้ 6 ได้บรรยาย ในเรื่องการเลือกท่อส่งน้ำ ขนาดของท่อที่เหมาะสมกับความสูงของน้ำและแรงดันน้ำ ประเภทของท่อส่งน้ำ วัสดุที่ใช้ทำท่อ การสูญเสียภายในท่อ การติดตั้งและวิธีการติดตั้งแบบง่าย การวางแผนเส้นทางท่อ และป้องกันไฟฟ้า ทำให้ผู้รับการอบรมเข้าใจวิธีการที่ถูกต้องและง่ายในการติดตั้ง 7 ได้บรรยาย เกี่ยวกับตัวโรงไฟฟ้า การทำโครงสร้าง ทำผังวางอุปกรณ์เครื่องจักร และการระบายน้ำเป็นสิ่งที่จำเป็นทั้งการป้องกันอุปกรณ์ ให้ง่ายต่อการติดตั้งราคาถูก ทุกคนเห็นความสำคัญและจำเป็นของโรงไฟฟ้า 8 คู่มืองานสถานที่จริงทำให้เข้าใจในรายละเอียดได้ง่ายมากขึ้น 9 มี on the job training ด้วย
วิธีปฏิบัติในการปฏิบัติภารกิจ/งานที่จะดำเนินงานครั้งต่อไป
1. ควรมีการบรรยาย ทบทวนกับชาวบ้านรุ่นต่อไป

(5) ระบบการจ่ายกระแสไฟฟ้า และการวางสายภายในบ้าน

เกี่ยวข้องกับบทที่ 13, 14 และ 15

บทที่ 13 การเลือกโหลดในการใช้ไฟฟ้า

บทที่ 14 ระบบจ่ายกระแสไฟฟ้า

บทที่ 15 การเดินสายภายในบ้าน

การจัดการความรู้ ทบทวนและเรียนรู้จากการปฏิบัติ

กลุ่มงานหรือ หน่วยงาน	บำรุงรักษาโรงไฟฟ้าและโรงงาน กองบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าเขื่อนภูมิพล	ครั้งที่ 2	เกี่ยวข้อง บทที่ 13,14,15
ชื่อภารกิจ/งาน	ระบบการจ่ายกระแสไฟฟ้า และการวางสายภายในบ้าน		
วันที่ปฏิบัติ	22 มกราคม 2553	การดำเนินงาน	☐ ก่อน ☒ หลัง
ผู้ร่วม แลกเปลี่ยน เรียนรู้	1.นายชนสาร ฐานะวุฑฒ์ กบก.ฟ. 2.นายสุทธิพงษ์ วงศ์สารภี วศ.9 กบก.ฟ. 3.นายขจร มัลลานู ช.7 ไฟฟ้า 4.นายธนสิทธิ์ มุสิพรหม วศ. 4 ไฟฟ้า 5. ว่าที่รต. ปรีชา จันต๊ะเพย ช.3 ไฟฟ้า 6.นายภรณ์ บุญเสริม ช.7 เครื่องกล 7.นายพิศุตร สายบุตร ช.6 เครื่องกล 8.นายธงชัย วันเสาร์ ช.7 โรงงาน 9.นายวัชรศรмі คำยา ช.7 โรงงาน 10.นายสมจิตร ฟูมัน ช. 7 โรงงาน 11.นายชิน รัตนสุภาชัย วศ.4 โรงงาน 12.นายสมพงษ์ พันธุ์แก้ว ช.7 โยธา		

คุณลิขิต คุณวินัย เครือแก้ว วท. 5 วางแผน

เป้าหมายของภารกิจ/งาน	ที่มา / ปัญหา / เกิดที่ไหน
1. เพื่อให้รู้และเข้าใจถึงการเลือกโหลดให้ เหมาะสมกับการใช้งานและอุปกรณ์ไฟฟ้า 2. เพื่อให้ทราบการวางระบบสายส่งไฟฟ้าที่ เหมาะสม 3. เพื่อให้ทราบหลักการและการวางระบบสาย และการเดินสายไฟฟ้าภายในบ้าน	1. ไม่รู้เรื่องการใช้งานของโหลดทั้งหมดที่ จำเป็น ได้แก่ ด้านไฟฟ้า และด้านทางกลหรือวิธีการ เลือกใช้ มีความรู้บ้างแต่ไม่มาก ตามความถนัดของ แต่ละสาขา 2. ไม่รู้การวางผังในการวางสายส่ง การ กระจายโหลดและการเลือกสายไฟฟ้าให้เหมาะสม 3. ไม่รู้การดูแลสายไฟฟ้าในระบบส่งและ ความปลอดภัย 4. การเดินสายไฟฟ้าไม่มีปัญหา แต่การต่อ อุปกรณ์ควบคุมและการจำกัดโหลดต้องรู้เพิ่ม 5. พนักงานสาขาไฟฟ้าทราบแต่สาขาอื่นไม่ รู้มาก

สิ่งที่ดำเนินการ	สิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง
1 สร้างหลักสูตรระยะสั้น หรือผู้มีความรู้ความเชี่ยวชาญมาบรรยาย 2 จัดให้มีการอบรม หลักสูตร ความรู้ด้านการใช้โหลด อุปกรณ์ไฟฟ้า ด้านระบบส่งการป้องกัน ด้านการเดินสายไฟฟ้าในอาคารและระบบควบคุม การใช้งานอุปกรณ์ประกอบ 3 ให้มีการ On the Job Training หรือดูงาน	1. ให้บรรยายหรืออบรมกลุ่มเป้าหมายมากขึ้น
สรุปประเด็นสำคัญบทเรียนการปฏิบัติที่เกิดขึ้น	
1. ได้บรรยาย เกี่ยวกับ โหลดทางไฟฟ้าตั้งแต่ต้นกำเนิดถึงโหลดการใช้งาน ได้แก่ แสงสว่าง มอเตอร์ การสื่อสาร และแบตเตอรี่ โหลดทางกล การใช้อุปกรณ์ การควบคุม และการแก้ปัญหาต่างๆสามารถนำเอาความรู้มาใช้ได้ถูกต้อง 2. ได้บรรยาย การวางระบบส่ง การวางผัง การระบบสายส่งในหมู่บ้าน การกระจายโหลด การป้องกัน และการเลือกสายให้เหมาะสมกับโหลด ทำให้เข้าใจ การวางสายส่งได้อย่างเหมาะสม เข้าใจมากขึ้น 3. ได้บรรยาย การเดินสายไฟฟ้าอย่างปลอดภัย การป้องกันและวงจรการเดินสายไฟฟ้า การเลือกสวิตช์หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าตัวควบคุม การเลือกสายไฟฟ้า ทำการเดินสายไฟฟ้าและอุปกรณ์อย่างถูกต้อง 4. งานดูงาน	
วิธีปฏิบัติในการปฏิบัติการกิจ/งานที่จะดำเนินงานครั้งต่อไป	
1 ให้มีการ On the Job Training 2. ควรมีการอบรมพนักงานเข้าใหม่ เพื่อความเข้าใจในงานมากขึ้น	

การจัดการความรู้ ทบทวนและเรียนรู้จากการปฏิบัติ

กลุ่มงานหรือหน่วยงาน	ชาวบ้านประชาชนและหน่วยงาน อบต. เหนือเขื่อน ต.บ้านนา อ.สามเงา จ.ตาก	ครั้งที่ 2	เกี่ยวข้อง บทที่ 13,14,15
ชื่อภารกิจ/งาน	ระบบการจ่ายกระแสไฟฟ้า และการวางสายภายในบ้าน		
วันที่ปฏิบัติ	23 มีนาคม 2553	การดำเนินงาน	☐ ก่อน ☒ หลัง
ผู้ร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้	1.นายธนสาร ฐานะวุฑฒ์ กบภ.ฟ. 2.นายพลนัสนันท์ ภูผาเวียง ผอ. หมู่ 1 บ้านนา 3.นายฉนวน ทรายกิจศล ผู้ช่วยผอ.หมู่ 1 บ้านนา 4.นายวิฑูร ภูผาเวียง ชาวบ้าน หมู่ 1 5.นายโกะกะ หินลาดพัฒนา ชาวบ้าน หมู่ 1 6.นายโกยเล สัมปทา ผอ.หมู่ 2 บ้านนา 7.นายจุมพล โป้งคอยหลวงอบต. หมู่ 1 8.นายนายสำริตร หลวงทอง ชาวบ้าน หมู่ 1 9.นายเสกสรร ดีเด่นเป็นผล ชาวบ้าน หมู่ 1 10.นายโปลิ นกน้อยภูเขา ชาวบ้าน หมู่ 1 11.นายบรรณวัชร ได้ลาภเสมอ ชาวบ้าน หมู่ 1 12.นายศุทธิ์ ภูผาเวียง ชาวบ้าน หมู่ 1		

คุณลิขิต คุณวินัย เครือแก้ว วท. 5 วางแผน

เป้าหมายของภารกิจ/งาน	ที่มา/ปัญหา/เกิดที่ไหน
1 เพื่อให้รู้และเข้าใจถึงการเลือกโหลดให้เหมาะสมกับการใช้งานและอุปกรณ์ไฟฟ้า 2 เพื่อให้ทราบการวางระบบสายส่งไฟฟ้าที่เหมาะสม 3 เพื่อให้ทราบหลักการและการวางระบบสายและการเดินสายไฟฟ้าภายในบ้าน	1 ไม่รู้เรื่องการใช้งานของโหลดทั้งหมดที่จำเป็น ได้แก่ ด้านไฟฟ้า และด้านทางกลหรือวิธีการเลือกใช้ 2 ไม่รู้การวางผังในการวางสายส่ง การกระจายโหลดและการเลือกสายไฟฟ้าให้เหมาะสม 3 ไม่รู้การดูแลสายไฟฟ้าในระบบส่งและความปลอดภัย 4 การเดินสายไฟฟ้าไม่มีปัญหา แต่การต่ออุปกรณ์ควบคุมและการจำกัดโหลด
สิ่งที่ดำเนินการ	สิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง
1 สร้างหลักสูตรระยะสั้น หรือผู้มีความรู้ความเชี่ยวชาญมาบรรยาย หลักสูตร ความรู้ด้านการใช้โหลด อุปกรณ์ไฟฟ้า ด้านระบบส่งการป้องกัน ด้านการเดินสายไฟฟ้าในอาคารและระบบควบคุม การใช้งานอุปกรณ์ประกอบ 2 ให้มีการ On the Job Training หรือดูงาน	1. ให้บรรยายหรืออบรมกลุ่มเป้าหมายมากขึ้น
สรุปประเด็นสำคัญบทเรียนการปฏิบัติที่เกิดขึ้น	
1 ได้บรรยาย เกี่ยวกับ โหลดทางไฟฟ้าตั้งแต่ต้นกำเนิดถึงโหลดการใช้งาน ได้แก่ แสงสว่าง มอเตอร์ การสื่อสาร และแบตเตอรี่ โหลดทางกล การใช้อุปกรณ์ การควบคุม และการแก้ปัญหาต่างๆสามารถนำเอาความรู้มาใช้ได้ถูกต้อง 2. ได้บรรยาย การวางระบบส่ง การวางผัง การระบบสายส่งในหมู่บ้าน การกระจายโหลด การป้องกัน และการเลือกสายให้เหมาะสมกับโหลด ทำให้เข้าใจ การวางสายส่งได้อย่างเหมาะสม เข้าใจมากขึ้น 3. ได้บรรยาย การเดินสายไฟฟ้าอย่างปลอดภัย การป้องกันและวงจรการเดินสายไฟฟ้า การเลือกสวิตช์หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าตัวควบคุม การเลือกสายไฟฟ้า ทำการเดินสายไฟฟ้าและอุปกรณ์อย่างถูกต้อง 4. ดูงานจากสถานที่จริงทำให้เข้าใจในรายละเอียดได้ง่ายมากขึ้น 5. มีการ On the Job Training	
วิธีปฏิบัติในการปฏิบัติภารกิจ/งานที่จะดำเนินงานครั้งต่อไป	
1 ควรมีการบรรยาย ทบทวนกับชาวบ้านรุ่นต่อไป	

(6) การวางแผนการวางสายดิน การป้องกัน

เกี่ยวข้องกับบทที่ 16

บทที่ 16 การวางสายดินและการป้องกันฟ้าผ่าของโรงไฟฟ้าพลังงานขนาดเล็ก

การจัดการความรู้ ทบทวนและเรียนรู้จากการปฏิบัติ

กลุ่มงานหรือ หน่วยงาน	บำรุงรักษาโรงไฟฟ้าและโรงงาน กองบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าเขื่อนภูมิพล	ครั้งที่ 2	เกี่ยวข้องกับ บทที่ 16
ชื่อภารกิจ/งาน	การวางแผนการวางสายดิน การป้องกัน		
วันที่ปฏิบัติ	22 มกราคม 2553	การดำเนินงาน	☐ ก่อน ☒ หลัง
ผู้ร่วม แลกเปลี่ยน เรียนรู้	1.นายธนสาร ฐานะวุฒดี กบก.ฟ. 2.นายสุทธิพงษ์ วงศ์สารภี วศ.9 กบก.ฟ. 3.นายขจร มัลลานู ช.7 ไฟฟ้า 4.นายธนสิทธิ์ มุสิพรหม วศ. 4 ไฟฟ้า 5. ว่าที่รต. ปรีชา จันตะเพย ช.3 ไฟฟ้า 6.นายภรณ์ บุญเสริม ช.7 เครื่องกล 7.นายพิสูตร สายบุตร ช.6 เครื่องกล 8.นายธงชัย วันเสาร์ ช.7 โรงงาน 9.นายวัชรชัย คำยา ช.7 โรงงาน 10.นายสมจิตร ฟูมัน ช. 7 โรงงาน 11.นายชิน รัตนสุภาชัย วศ.4 โรงงาน 12.นายสมพงษ์ พันธุ์แก้ว ช.7 โยธา		

คุณลิขิต คุณวินัย เครือแก้ว วศ. 5 วางแผน

เป้าหมายของภารกิจ/งาน	ที่มา / ปัญหา / เกิดที่ไหน
1 เพื่อให้รู้ถึงความปลอดภัยและการวางสายดิน การป้องกันอุปกรณ์	1. ไม่รู้มาตรฐานในการเดินสายดินและการ ติดตั้ง รู้เฉพาะช่างสาขาไฟฟ้า 2. ไม่รู้การป้องกันฟ้าผ่าในกรณีหน้าฝน
สิ่งที่ดำเนินการ	สิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง
1 จัดให้มีการอบรม ให้ ความรู้ด้านการเดินสาย ดินและการติดตั้งความปลอดภัย	1. ให้บรรยายหรืออบรมกลุ่มเป้าหมายมากขึ้น
สรุปประเด็นสำคัญบทเรียนการปฏิบัติที่เกิดขึ้น	
1. ได้บรรยาย วิธีการเดินสายดินและวิธีการเลือกอุปกรณ์ มาตรฐานทางไฟฟ้า การวางสายดินป้องกัน ฟ้าผ่า อุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าการจับตัวฟ้าผ่า ภายในอาคาร โรงไฟฟ้า อย่างถูกต้อง เป็นความรู้ที่สำคัญและมี ประโยชน์ต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า นำไปใช้อย่างแพร่หลาย	
วิธีปฏิบัติในการปฏิบัติภารกิจ/งานที่จะดำเนินงานครั้งต่อไป	
1 .ให้มีการ On the Job Training 2 ควรมีการอบรมพนักงานเข้าใหม่ เพื่อความเข้าใจในงานมากขึ้น	

การจัดการความรู้ ทบทวนและเรียนรู้จากการปฏิบัติ

กลุ่มงานหรือ หน่วยงาน	ชาวบ้านประชาชนและหน่วยงาน อบต. เหนือเขื่อน ต.บ้านนา อ.สามเงา จ.ตาก	ครั้งที่ 2	เกี่ยวข้อง บทที่ 16
ชื่อภารกิจ/งาน	การวางแผนการวางสายดิน การป้องกัน		
วันที่ปฏิบัติ	23 มีนาคม 2553	การดำเนินงาน	☐ ก่อน ☒ หลัง
ผู้ร่วม แลกเปลี่ยน เรียนรู้	1.นายธนสาร ฐานะวุฒย์ กบภ.ฟ. 2.นายพลนัสนันท์ ภูผาเวียง พญ หมู่ 1 บ้านนา 3.นายนวนล ฐรากิจดล ผู้ช่วยพญ.หมู่ 1 บ้านนา 4.นายวิฑูร ภูผาเวียง ชาวบ้าน หมู่ 1 5.นายโกะกะ หินลาดพัฒนา ชาวบ้าน หมู่ 1 6.นายโกยเล สัมปทา พญหมู่ 2 บ้านนา 7.นายจุมพล โป่งคอยหลวงอบต. หมู่ 1 8.นายนายสำริดร หลวงทอง ชาวบ้าน หมู่ 1 9.นายเสกสรร ดีเด่นเป็นผล ชาวบ้าน หมู่ 1 10.นายโปลิ นกน้อยภูเข ชาวบ้าน หมู่ 1 11.นายบรรณวัชร ได้ลาภเสมอ ชาวบ้าน หมู่ 1 12.นายตุ๊ตู่ ภูผาเวียง ชาวบ้าน หมู่ 1		

คุณลิขิต คุณวินัย เครือแก้ว วก. 5 วางแผน

เป้าหมายของภารกิจ/งาน	ที่มา / ปัญหา / เกิดที่ไหน
1 เพื่อให้รู้ถึงความปลอดภัยและการวาง สายดินและการป้องกันอุปกรณ์	1 ไม่รู้มาตรฐานในการเดินสายดินและ การติดตั้ง รู้เฉพาะช่างสาขาไฟฟ้า 2 ไม่รู้การป้องกันฟ้าผ่าในกรณีหน้าฝน
สิ่งที่ดำเนินการ	สิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง
1 จัดให้มีการบรรยาย ให้ ความรู้ด้านการ เดินสายดินและการติดตั้งความปลอดภัย	1 ให้บรรยายหรืออบรมกลุ่มเป้าหมาย มากขึ้น
สรุปประเด็นสำคัญบทเรียนการปฏิบัติที่เกิดขึ้น	
1. ได้บรรยาย วิธีการเดินสายดินและวิธีการเลือกอุปกรณ์ มาตรฐานทางไฟฟ้า การวางสาย ดินป้องกันฟ้าผ่า อุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าการจับตัวฟ้าผ่า ภายในอาคารโรงไฟฟ้า อย่างถูกต้อง เป็น ความรู้ที่สำคัญและมีประโยชน์ต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า นำไปใช้อย่างแพร่หลาย. 2. มีการ On the Job Training	
วิธีปฏิบัติในการปฏิบัติภารกิจ/งานที่จะดำเนินงานครั้งต่อไป	
1. ควรมีการบรรยาย ทบทวนกับชาวบ้านรุ่นต่อไป	

(7) การทดสอบอุปกรณ์

เกี่ยวข้องกับบทที่ 17

บทที่ 17 การทดสอบเครื่องและการเดินเครื่อง

การจัดการความรู้ ทบทวนและเรียนรู้จากการปฏิบัติ

กลุ่มงานหรือ หน่วยงาน	บำรุงรักษาโรงไฟฟ้าและโรงงาน กองบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าเขื่อนภูมิพล	ครั้งที่ 2	เกี่ยวข้องกับ บทที่ 17
ชื่อภารกิจ/งาน	การทดสอบอุปกรณ์		
วันที่ปฏิบัติ	22 มกราคม 2553	การดำเนินงาน	☐ ก่อน ☒ หลัง
ผู้ร่วม แลกเปลี่ยน เรียนรู้	1.นายธนสาร ฐานะวุฑฒ์ กบก.ฟ. 2.นายสุทธิพงษ์ วงศ์สารภี วศ.9 กบก.ฟ. 3.นายจร มัลลานู ช.7 ไฟฟ้า 4.นายธนสิทธิ์ มุสิพรหม วศ. 4 ไฟฟ้า 5. ว่าที่รต. ปรีชา จันตะเพย ช.3 ไฟฟ้า 6.นายภรณ์ บุญเสริม ช.7 เครื่องกล 7.นายพิสูตร สายบุตร ช.6 เครื่องกล 8.นายธงชัย วันเสาร์ ช.7 โรงงาน 9.นายวัชรศักดิ์ คำยา ช.7 โรงงาน 10.นายสมจิตร พุ่มน ช. 7 โรงงาน 11.นายชิน รัตนสุภาชัย วศ.4 โรงงาน 12.นายสมพงษ์ พันธุ์แก้ว ช.7 โยธา		

คุณลิขิต คุณวินัย เครือแก้ว วท. 5 วางแผน

เป้าหมายของภารกิจ/งาน	ที่มา / ปัญหา / เกิดที่ไหน
1 เพื่อให้รู้ถึงวิธีการทดสอบอุปกรณ์ก่อนนำเข้าใช้งาน	1 ไม่รู้ขั้นตอนการเดินเครื่องทั้งหมด ซึ่ง แล้วแต่การออกแบบระบบ แต่ส่วนใหญ่หลักการ คล้ายกัน 1. ไม่รู้ขั้นตอนการเตรียมหรือการ ตรวจสอบก่อนนำเข้าใช้งาน
สิ่งที่ดำเนินการ	สิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง
1 ประชุมชี้แจงทำความเข้าใจ และแนะแนวทาง คำแนะนำ ส่วนใหญ่มีความรู้แต่ขาดวิธีการที่จะใช้	1. ให้บรรยายหรืออบรมกลุ่มเป้าหมายมากขึ้น
สรุปประเด็นสำคัญบทเรียนการปฏิบัติที่เกิดขึ้น	
1. ประชุมร่วมแสดงความคิดเห็นแลกเปลี่ยนความรู้ บรรยาย เน้นขั้นตอนการตรวจสอบก่อนครั้งสุดท้าย ก่อนนำเข้าใช้งาน ซึ่งต้องแบ่งส่วนของการตรวจสอบ ตั้งแต่การต่อสายความแน่น ความถูกต้องการต่อละจุด และการทำงานแต่ละส่วนอย่างถูกต้อง พร้อมใช้งานได้ทันที ทำให้ได้ความรู้ความเข้าใจมากยิ่งขึ้น เพราะเป็น ส่วนแต่ละสาขา ที่เกี่ยวข้อง เช่น ท่อน้ำ ตัวเครื่อง สายไฟฟ้า 2. การประชุม บรรยาย ขั้นตอนการเดินเครื่องและการตรวจวัดอุปกรณ์ต่างๆที่สำคัญ ทำให้อุปกรณ์ไม่ เสียหายในขณะทดสอบ ได้แก่ อุณหภูมิ แรงดันไฟฟ้า การป้องกันต่างๆปริมาณน้ำที่ใช้ว่าถูกต้องตามที่ออกแบบ หรือไม่ ทำให้เข้าใจในแนวทางเดียวกันและเป็นเก็บข้อมูลก่อนนำเข้าใช้งาน รวมทั้งระบบจ่ายกระแสไฟฟ้า สายส่ง	

การใช้งานตามบ้าน ต้องมีความพร้อมทุกคนรับรู้ได้ครบถ้วน
วิธีปฏิบัติในการปฏิบัติภารกิจ/งานที่จะดำเนินงานครั้งต่อไป
1. ให้มีการ On the Job Training 2. ควรมีการอบรมพนักงานเข้าใหม่ เพื่อความเข้าใจในงานมากขึ้น

การจัดการความรู้ ทบทวนและเรียนรู้จากการปฏิบัติ

กลุ่มงานหรือหน่วยงาน	ชาวบ้านประชาชนและหน่วยงาน อบต.เหนือเขื่อน ต.บ้านนา อ.สามเงา จ.ตาก	ครั้งที่ 2	เกี่ยวข้อง บทที่ 17
ชื่อภารกิจ/งาน	การทดสอบอุปกรณ์		
วันที่ปฏิบัติ	24 มีนาคม 2553	การดำเนินงาน	☐ ก่อน ☒ หลัง
ผู้ร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้	1.นายธนสาร ฐานะวุฒย์ กบภ.ฟ. 2.นายพลนัสนันท์ ภูผาเวียง ผอ. หมู่ 1 บ้านนา 3.นายพล ธารกิจดล ผู้ช่วยผอ. หมู่ 1 บ้านนา 4.นายวิฑูร ภูผาเวียง ชาวบ้าน หมู่ 1 5.นายโกะกะ หินลาดพัฒนา ชาวบ้าน หมู่ 1 6.นายโกยเล สัมปทา ผอ. หมู่ 2 บ้านนา 7.นายจุมพล โป่งคอยหลวงอบต. หมู่ 1 8.นายนายสำริด หลวงทอง ชาวบ้าน หมู่ 1 9.นายเสกสรร ดีเด่นเป็นผล ชาวบ้าน หมู่ 1 10.นายโปลิ นกน้อยภูเข ชาวบ้าน หมู่ 1 11.นายบรรณวัชร ได้ลาภเสมอ ชาวบ้าน หมู่ 1 12.นายตุ๊ ภูผาเวียง ชาวบ้าน หมู่ 1		

คุณลิขิต คุณวินัย เครือแก้ว วก. 5 วางแผน

เป้าหมายของภารกิจ/งาน	ที่มา/ปัญหา/เกิดที่ไหน
1 เพื่อให้รู้ถึงวิธีการทดสอบอุปกรณ์ก่อนนำเข้าใช้งาน	1. ไม่รู้ขั้นตอนการเดินเครื่องทั้งหมด ซึ่งแล้วแต่การออกแบบระบบ แต่ส่วนใหญ่หลักการคล้ายกัน 2. ไม่รู้ขั้นตอนการเตรียมหรือการตรวจสอบก่อนนำเข้าใช้งาน
สิ่งที่ดำเนินการ	สิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง
1 ประชุมชี้แจงทำความเข้าใจ และแนะนำแนวทางคำแนะนำ ส่วนใหญ่มีความรู้แต่ขาดวิธีการที่จะใช้	1 ให้บรรยายหรืออบรมกลุ่มเป้าหมายมากขึ้น
สรุปประเด็นสำคัญบทเรียนการปฏิบัติที่เกิดขึ้น	
1 ประชุมร่วมแสดงความคิดเห็นแลกเปลี่ยนความรู้ บรรยาย เน้นขั้นตอนการตรวจสอบก่อนครั้งสุดท้ายก่อนนำเข้าใช้งาน ซึ่งต้องแบ่งส่วนของการตรวจสอบ ตั้งแต่การต่อสายความแน่น ความถูกต้องการต่อหลอดและการทำงานแต่ละส่วนอย่างถูกต้อง พร้อมใช้งานได้ทันที ทำให้ได้ความรู้ความเข้าใจมากยิ่งขึ้น เพราะเป็นส่วนแต่ละสาขา ที่เกี่ยวข้อง เช่น ท่อน้ำ ตัวเครื่อง สายไฟฟ้า 2. การประชุม บรรยาย ขั้นตอนการเดินเครื่องและการตรวจวัดอุปกรณ์ต่างๆที่สำคัญ ทำให้อุปกรณ์ไม่เสียหายในขณะทดสอบ ได้แก่ อุณหภูมิ แรงดันไฟฟ้า การป้องกันต่างๆปริมาณน้ำที่ใช้ว่าถูกต้องตามที่ออกแบบหรือไม่ ทำให้เข้าใจในแนวทางเดียวกันและเป็นเก็บข้อมูลก่อนนำเข้าใช้งาน รวมทั้งระบบจ่ายกระแสไฟฟ้า สายส่ง	

การใช้งานตามบ้าน ต้องมีความพร้อมทุกคนรับรู้ได้ครบถ้วน

3. มีการ On the Job Training

วิธีปฏิบัติในการปฏิบัติภารกิจ/งานที่จะดำเนินงานครั้งต่อไป

1. ควรมีการบรรยาย ทบทวนกับชาวบ้านรุ่นต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(8) การตรวจสอบการนำเข้าใช้งานและความผิดพลาด การบำรุงรักษา

เกี่ยวข้องกับบทที่ 18, 19 และ 20

บทที่ 18 ปัญหาและการแก้ไขอุปกรณ์

บทที่ 19 ไฟฟ้าพื้นฐาน

บทที่ 20 คำศัพท์ต่างๆ

การจัดการความรู้ ทบทวนและเรียนรู้จากการปฏิบัติ

กลุ่มงานหรือ หน่วยงาน	บำรุงรักษาโรงไฟฟ้าและโรงงาน กองบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าเขื่อนภูมิพล	ครั้งที่ 2	เกี่ยวข้อง บทที่ 18,19,20
ชื่อภารกิจ/งาน	การตรวจสอบการนำเข้าใช้งานและความผิดพลาด การบำรุงรักษา		
วันที่ปฏิบัติ	22 มกราคม 2553	การดำเนินงาน	☐ ก่อน ☒ หลัง
ผู้ร่วม แลกเปลี่ยน เรียนรู้	1.นายธนสาร ฐานะวุฑฒ์ กบก.ฟ. 2.นายสุทธิพงษ์ วงศ์สารภี วศ.9 กบก.ฟ. 3.นายขจร มัลลานู ช.7 ไฟฟ้า 4.นายธนสิทธิ์ มุสิพรหม วศ. 4 ไฟฟ้า 5. ว่าที่รต. ปรีชา จันต๊ะเพย ช.3 ไฟฟ้า 6.นายการม บุญเสริม ช.7 เครื่องกล 7.นายพิศุตร สายบุตร ช.6 เครื่องกล 8.นายชงชัย วันเสาร์ ช.7 โรงงาน 9.นายวัชรศรี คำยา ช.7 โรงงาน 10.นายสมจิตร ฟูมัน ช. 7 โรงงาน 11.นายจิน รัตนสุภาชัย วศ.4 โรงงาน 12.นายสมพงษ์ พันธุ์แก้ว ช.7 โยธา		

คุณลิขิต คุณวินัย เครือแก้ว วท. 5 วางแผน

เป้าหมายของภารกิจ/งาน	ที่มา / ปัญหา / เกิดที่ไหน
- เพื่อให้สามารถตรวจสอบอุปกรณ์ที่นำเข้าใช้งาน ปัญหาต่างๆและการดูแลบำรุงรักษาอุปกรณ์	1. ไม่รู้การตรวจสอบอุปกรณ์ทั้งหมด ขึ้นอยู่กับความถนัดแต่ละสาขา 2. ไม่รู้ปัญหาและการบำรุงรักษาอุปกรณ์ทั้งหมด ขึ้นอยู่กับความถนัดแต่ละสาขา
สิ่งที่ดำเนินการ	สิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง
1 สร้างหลักสูตรระยะสั้น หรือผู้มีความรู้ความเชี่ยวชาญมาบรรยาย แต่ละสาขา	1. ควรมีการแลกเปลี่ยนความรู้ในการแก้ไขปัญหาเป็นข้อมูล.
สรุปประเด็นสำคัญบทเรียนการปฏิบัติที่เกิดขึ้น	
1. ได้ทำการฝึกอบรมพนักงาน ให้รู้การแก้ไขปัญหา วิเคราะห์ปัญหา ของอุปกรณ์ การดูแลบำรุงรักษาอุปกรณ์ให้อายุเพิ่มมากขึ้น ได้แก่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ระบบส่ง สายไฟฟ้าในบ้าน ระบบท่อส่งน้ำ การทำความสะอาด ทำให้งานเกิดความพร้อมใช้งานสามารถลดค่าใช้จ่าย มีความพร้อมจ่ายเพิ่มรายได้จากการผลิต	
วิธีปฏิบัติในการปฏิบัติภารกิจ/งานที่จะดำเนินงานครั้งต่อไป	
1 จัดให้มีการแลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกัน เป็นการเพิ่มทักษะ 2 ควรมีการอบรมพนักงานเข้าใหม่ เพื่อความเข้าใจในงานมากขึ้น	

การจัดการความรู้ ทบทวนและเรียนรู้จากการปฏิบัติ

กลุ่มงานหรือ หน่วยงาน	ชาวบ้านประชาชนและหน่วยงาน อบต. เหนือ เขื่อน ต.บ้านนา อ.สามเงา จ.ตาก	ครั้งที่ 2	เกี่ยวข้อง บทที่ 18.19.20
ชื่อภารกิจ/งาน	การตรวจสอบการนำเข้าใช้งานและความผิดพลาด การบำรุงรักษา		
วันที่ปฏิบัติ	24 มีนาคม 2553	การดำเนินงาน	☐ ก่อน ☒ หลัง
ผู้ร่วม แลกเปลี่ยน เรียนรู้	1.นายชนสาร ฐานะวุฒท์ กบก.ฟ. 2.นายพลนัสนันท์ ภูผาเวียง ผญ หมู่ 1 บ้านนา 3.นายนวล ทรายกิจดล ผู้ช่วยผญ.หมู่ 1 บ้านนา 4.นายวิฑูร ภูผาเวียง ชาวบ้าน หมู่ 1 5.นายโกะกะ หินลาดพัฒนา ชาวบ้าน หมู่ 1 6.นายโกยเล สัมปทา ผญหมู่ 2 บ้านนา 7.นายจุมพล โป่งคอยหลวงอบต. หมู่ 1 8.นายนายสารัตถ์ หลวงทอง ชาวบ้าน หมู่ 1 9.นายเสกสรร ดีเด่นเป็นผล ชาวบ้าน หมู่ 1 10.นายโปลิ นกน้อยภูเข ชาวบ้าน หมู่ 1 11.นายบรรณวัชร ได้ลาเกษมอ ชาวบ้าน หมู่ 1 12.นายศุทธิ์ ภูผาเวียง ชาวบ้าน หมู่ 1		

คุณลิขิต คุณวินัย เครือแก้ว วก. 5 วางแผน

เป้าหมายของภารกิจ/งาน	ที่มา / ปัญหา / เกิดที่ไหน
- เพื่อให้สามารถตรวจสอบอุปกรณ์ที่นำเข้า ใช้งาน ปัญหาต่างๆและการดูแลบำรุงรักษาอุปกรณ์	1 ไม่รู้การตรวจสอบอุปกรณ์ทั้งหมด 2 ไม่รู้ปัญหาและการบำรุงรักษาอุปกรณ์ทั้งหมด ขึ้นอยู่กับความถนัดแต่ละสาขา
สิ่งที่ดำเนินการ	สิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง
1 สร้างหลักสูตรระยะสั้น หรือผู้มีความรู้ ความเชี่ยวชาญมาบรรยาย แต่ละสาขา 2 ให้มีการ On the Job Training หรือคูงาน	1. ควรมีการแลกเปลี่ยนความรู้ในการแก้ไขปัญหา เป็นข้อมูล.
สรุปประเด็นสำคัญบทเรียนการปฏิบัติที่เกิดขึ้น	
1 ได้ทำการฝึกอบรมพนักงาน ให้รู้การแก้ไขปัญหา วิเคราะห์ปัญหา ของอุปกรณ์ การดูแลบำรุงรักษา อุปกรณ์ให้อายุเพิ่มมากขึ้น ได้แก่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ระบบส่ง สายไฟฟ้าในบ้าน ระบบท่อส่งน้ำ การทำความสะอาด สะอาดผ่าย ทำให้เกิดความพร้อมใช้งานสามารถลดค่าใช้จ่าย มีความพร้อมจ่ายเพิ่มรายได้จากการผลิต 2 มีการ On the Job Training	
วิธีปฏิบัติในการปฏิบัติภารกิจ/งานที่จะดำเนินงานครั้งต่อไป	
1 จัดให้มีการแลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกัน เป็นการเพิ่มทักษะ 2 ควรมีการบรรยาย ทบทวนกับชาวบ้านรุ่นต่อไป	

4.4 การดำเนินงานวิจัยทางด้านเศรษฐศาสตร์

ในการวิจัยมุ่งเน้นการศึกษาวิจัยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กมาก 2 แบบ คือ แบบเพลตันเทอร์บาย (Pelton Turbine) ที่ใช้ความสูงของน้ำสูงและแบบ Kaplan Turbine) ที่ใช้ความสูงของน้ำต่ำ

4.4.1 ผลการศึกษาวิจัยทางด้านเศรษฐศาสตร์ แบบเพลตันเทอร์บาย (Pelton Turbine)

(1) ผลการศึกษาข้อมูลจากการวิจัยเบื้องต้น

จากผลการติดตั้งและทดสอบการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กมาก ในบทที่ 3 ข้อ 3.4.1 และ 3.4.2 สามารถเดินเครื่องจ่ายพลังงานได้ 1100 วัตต์ ตรงตามที่ได้วางแผนไว้ ค่าพลังงานที่ผลิตได้ สามารถนำมาคำนวณหารายได้ของโครงการและนำไปเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายของโครงการ เช่น ค่าใช้จ่ายจากค่าอุปกรณ์และค่าติดตั้งด้านไฟฟ้าและเครื่องกล ค่าบำรุงรักษา ที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์หาค่าต่างๆ ทางด้านเศรษฐศาสตร์ คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value Method : NPV) อัตราผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย (Benefit Cost Ratio : B/C Ratio) อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return : IRR) ระยะเวลาคืนทุนของโครงการ (Payback Period) การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) และการวิเคราะห์ความไวของโครงการที่ ค่า Plant Factor และราคาไฟฟ้าที่แตกต่างกัน เพื่อเป็นข้อมูลที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์และประกอบการตัดสินใจในการก่อสร้างโครงการใหม่ๆ เพื่อให้การตัดสินใจผู้ที่ลงทุนก่อสร้างโครงการโรงไฟฟ้าขนาดเล็กตัดสินใจได้ถูกต้องและป้องกันการขาดทุน จากโครงการดังรายละเอียดที่จะแสดงในบทนี้

(2) ผลการศึกษาด้านค่าใช้จ่าย

ข้อมูลค่าใช้จ่ายในการติดตั้งมีอยู่ 2 ส่วนคือค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา

ตารางที่ 4.15 แสดงค่าใช้จ่ายด้านการติดตั้ง

ลำดับ	รายการ	จำนวนเงิน	หน่วย
1	ค่าอุปกรณ์ด้านเครื่องกล	27,481	บาท
2	ค่าอุปกรณ์ด้านไฟฟ้า	22,440	บาท
3	ค่าติดตั้งอุปกรณ์ด้านเครื่องกล	6,400	บาท
4	ค่าติดตั้งอุปกรณ์ด้านไฟฟ้า	5,200	บาท
รวมเป็นเงิน		61,521	บาท

ตารางที่ 4.16 แสดงค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษา

ลำดับ	งาน	ความถี่	ชั่วโมงหยุด เดินเครื่อง	ค่าวัสดุและ อะไหล่	ค่าบริการ (บาท/ครั้ง)	รวม (บาท)
1	การบำรุงรักษา เชิงป้องกัน	6 ครั้ง/ปี	1	100	200	1,800
2	การหยุดซ่อม ใหญ่	1 ปี/ครั้ง	24	500	500	1,000

จากตารางที่ 4.16 พบว่าค่าบำรุงรักษาเชิงป้องกันรายปี เท่ากับ 1,800 บาท จะมีค่าใช้จ่ายด้านค่าวัสดุ และอะไหล่ประมาณ 100 บาทต่อครั้ง ค่าบริการที่ใช้พนักงานบำรุงรักษา จำนวน 1 คน เป็นเงิน 200 บาทต่อครั้งรวมเท่ากับ 1800 บาท ใกล้เคียงกับค่าที่คำนวณได้จากค่าดำเนินงานบำรุงรักษาของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน โดยในส่วนของงานไฟฟ้าและเครื่องกล 1.5% ของราคางาน สำหรับค่าบำรุงรักษาในการซ่อมใหญ่ (Major Overhaul) จะมีค่าใช้จ่ายด้านค่าวัสดุและ อะไหล่ประมาณ 500 บาทต่อครั้ง ซึ่งจะรวมค่า สายพาน แบตเตอรี่ สารหล่อลื่น และวัสดุอุปกรณ์ อื่นๆ เป็นต้น และค่าบริการการซ่อมบำรุง 500 บาทต่อครั้ง รวมค่าใช้จ่ายการหยุดซ่อมเป็นเงิน 1,000 บาทต่อครั้ง

ตารางที่ 4.17 แสดงค่าใช้จ่ายการเดินเครื่อง

ลำดับ	รายการ	จำนวนเงิน	หน่วย
1	ค่าใช้จ่ายการเดินเครื่อง	-	บาท/เดือน
2	ค่าใช้จ่ายการเดินเครื่อง	-	บาท/ปี

จากตารางที่ 4.17 แสดงค่าใช้จ่ายด้านการเดินเครื่อง ไม่มีค่าใช้จ่ายเนื่องจากการใช้ไอน้ำในครัวเรือน และเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีขนาดเล็กมาก

(3) ผลการศึกษาด้านรายได้

จากการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก สำหรับระบบนำระบายความร้อนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำโรงไฟฟ้าพลังน้ำได้กำลังการผลิต 1100 วัตต์ ดังนั้นจากค่า Plant Factor ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอยู่ที่ 50% หรือเท่ากับ 4,380 ชั่วโมง เมื่อคิดเป็นหน่วยจะได้เท่ากับ 4,818 หน่วยต่อปี ถ้าให้ราคาหน่วยละ 2.8599 บาท ใน 1 ปีจะสามารถคิดเป็นตัวเงินได้เท่ากับ 13,779 บาทต่อปี

ตารางที่ 4.18 แสดงรายได้จากการผลิตพลังงานไฟฟ้า ที่ Plant Factor เท่ากับ 50 %

ลำดับ	รายการ	จำนวนเงิน	หน่วย
1	ค่าไฟฟ้าฐานเฉลี่ยต่อปี ที่ 182.5 วันหรือ 4,380 ชั่วโมง	9,320	บาทต่อปี
2	ค่า Ft เฉลี่ยต่อปีที่ 182.5 วันหรือ 4,380 ชั่วโมง	4,459	บาทต่อปี
3	ค่าขายส่งเฉลี่ย + ค่า Ft เฉลี่ยต่อปี	13,779	บาทต่อปี

แสดงวิธีคิดรายได้ทางตรงจากการขายพลังงานไฟฟ้า จากตารางที่ 4.18 ได้ดังนี้

(3.1) รายได้จากค่าขายไฟฟ้าฐานเฉลี่ยหน่วยละ 1.9344 บาทและค่า Ft หน่วยละ 0.9255 บาท รวมเท่ากับหน่วยละ 2.8599 บาท ณ เดือนกรกฎาคม 2553 (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยขายให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค)

(3.2) เครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีกำลังผลิตติดตั้งที่ 1100 วัตต์

(3.3) ถ้าเดินเครื่องวันละ 24 ชม. มีรายได้เท่ากับ 75.50 บาทต่อวัน

(3.4) แต่เนื่องจากการเดินเครื่องขึ้นอยู่กับการใช้ไฟฟ้า คาดการณ์ การใช้ไฟฟ้าประมาณ 12 ชั่วโมงต่อวัน จึงมีค่า Plant Factor เท่ากับ 50 % ดังนั้นจะเหลือการคำนวณวันเท่ากับ 182.5 วันหรือ 4,380 ชั่วโมงต่อรายได้ 1 ปี จะได้ค่าขายกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 9,320 บาทต่อปี(ไม่รวมค่า Ft)

(3.5) ค่า Ft ขายส่งเฉลี่ย เท่ากับ 0.9255บาทต่อหน่วย ณ กรกฎาคม 2553 (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยขายให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค) เมื่อเดินเครื่อง 182.5 วันหรือ 4,380 ชั่วโมง จะได้ค่า Ft ขายส่งเฉลี่ย ต่อปี เท่ากับ 4,459 บาทต่อปี รวมรายได้ทั้งสิ้น ค่าขายส่งเฉลี่ย + ค่า Ft ขายส่งเฉลี่ย เท่ากับ 13,779 บาทต่อปี

(4) การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการจะต้องนำค่าต่างๆ จากค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบ ค่าใช้จ่ายจากการซ่อมบำรุง ค่าใช้จ่ายจากการดำเนินการที่จะเกิดขึ้นในอนาคต รายได้จากการขายพลังงานไฟฟ้ามาคำนวณโดยใช้สูตรการคำนวณจากบทที่ 2 เพื่อตรวจสอบว่าโครงการการวิจัยนี้มีความคุ้มค่าหรือไม่ จากนั้นก็จะดำเนินการวิเคราะห์ความไวโดยในงานวิจัยนี้จะคำนวณการเปลี่ยนแปลงค่า Plant Factor (PF) ว่าเมื่อค่า PF เปลี่ยนแปลงจะส่งผลกระทบต่อค่า B/C Ratio หรือไม่ และการที่ภาครัฐหรือประชาชนจะพิจารณาดำเนินการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กมากอื่นๆ จะต้องวิเคราะห์ถึงความคุ้มค่าต่อเงินลงทุนนั้นๆ โดยการวิเคราะห์ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value Method : NPV) อัตราผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย (Benefit Cost Ratio : B/C Ratio) อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return : IRR) ระยะเวลาคืนทุนของโครงการ (Payback Period) การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) จากตารางที่ 4.18 โครงการจะมีรายได้ต่อปีเท่ากับ 13,779 บาท อัตราคิดลด 7% ตาราง 4.16 ค่าใช้จ่ายด้านบำรุงรักษาประมาณ 2,800 บาทต่อปี ตารางที่ 4.17 ค่าใช้จ่ายด้านเดินเครื่องไม่มี รวมต้นทุนผันแปรปีละ 2,800 บาท

(4.1) การคำนวณหาค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value Method : NPV)
จาก สมการต่อไปนี้

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1+r)^t}$$

กำหนดให้

Bt = ผลประโยชน์ของโครงการในปีที่ 1,2,3,...,n

Ct = ค่าใช้จ่ายของโครงการเริ่มตั้งแต่ปีที่ 1,2,3,...,n

r = อัตราดอกเบี้ยหรืออัตราคิดลด

t = อายุของโครงการ ปีที่ 1,2,3,...,n

n = อายุสิ้นสุดโครงการ

ตารางที่ 4.19 แสดงการหาค่าเงินปัจจุบันสุทธิของโครงการที่อัตราคิดลด 7 %

ปีที่	เงินลงทุน	ผลตอบแทน	กระแสเงินสด	อัตราคิดลด 7 %	เงินปัจจุบัน	เงินปัจจุบันสะสม
0	61,521	0	-61,521	1.0000	-61,521	-61,521
1	2,800	13,779	10,960	0.9346	10,261	-51,260
2	2,800	13,779	10,960	0.8734	9,589	-41,671
3	2,800	13,779	10,960	0.8163	8,962	-32,709
4	2,800	13,779	10,960	0.7629	8,376	-24,333
5	2,800	13,779	10,960	0.7130	7,828	-16,505
6	2,800	13,779	10,960	0.6663	7,316	-9,189
7	2,800	13,779	10,960	0.6227	6,837	-2,352
8	2,800	13,779	10,960	0.5820	6,390	4,038
9	2,800	13,779	10,960	0.5439	5,972	10,010
10	2,800	13,779	10,960	0.5083	5,581	15,591
11	2,800	13,779	10,960	0.4751	5,216	20,807
12	2,800	13,779	10,960	0.4440	4,875	25,682
13	2,800	13,779	10,960	0.4150	4,556	30,238
14	2,800	13,779	10,960	0.3878	4,258	34,495
15	2,800	13,779	10,960	0.3624	3,979	38,475

ตารางที่ 4.19(ต่อ)

ปีที่	เงินลงทุน	ผลตอบแทน	กระแสเงินสด	อัตราคิด ลด 7 %	เงินปัจจุบัน	เงินปัจจุบัน สะสม
16	2,800	13,779	10,960	0.3387	3,719	42,194
17	2,800	13,779	10,960	0.3166	3,476	45,669
18	2,800	13,779	10,960	0.2959	3,248	48,918
19	2,800	13,779	10,960	0.2765	3,036	51,954
20	2,800	13,779	10,960	0.2584	2,837	54,791
21	2,800	13,779	10,960	0.2415	2,652	57,442
22	2,800	13,779	10,960	0.2257	2,478	59,920
23	2,800	13,779	10,960	0.2109	2,316	62,236
24	2,800	13,779	10,960	0.1971	2,164	64,401
25	2,800	13,779	10,960	0.1842	2,023	66,424

ดังนั้นเงินปัจจุบันสะสม เท่ากับ 66,424 บาท

(4.2) การคำนวณหาอัตราผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย (Benefit Cost Ratio : B/C Ratio) จากสมการต่อไปนี้

$$B/C = \frac{\sum_{t=1}^n B_t / (1+r)^t}{\sum_{t=1}^n C_t / (1+r)^t}$$

ตารางที่ 4.20 แสดงการหาเงินปัจจุบันสุทธิของโครงการที่อัตราคิดลด 7 % เพื่อหา B/C

Ratio

ปีที่	เงินลงทุน	ผลตอบแทน	กระแสเงินสด	อัตราคิด ลด 7 %	เงินปัจจุบัน ของ ผลตอบแทน	เงินปัจจุบัน ของเงิน ลงทุน
0	61,521	0	-61,521	1.0000	0	61,521
1	2,800	13,779	10,960	0.9346	12,878	2,617
2	2,800	13,779	10,960	0.8734	12,035	2,446

ตารางที่ 4.20 (ต่อ)

ปีที่	เงินลงทุน	ผลตอบแทน	กระแสเงินสด	อัตราคิด ลด 7 %	เงินปัจจุบัน ของ ผลตอบแทน	เงินปัจจุบัน ของเงิน ลงทุน
3	2,800	13,779	10,960	0.8163	11,248	2,286
4	2,800	13,779	10,960	0.7629	10,512	2,136
5	2,800	13,779	10,960	0.7130	9,824	1,996
6	2,800	13,779	10,960	0.6663	9,182	1,866
7	2,800	13,779	10,960	0.6227	8,581	1,744
8	2,800	13,779	10,960	0.5820	8,020	1,630
9	2,800	13,779	10,960	0.5439	7,495	1,523
10	2,800	13,779	10,960	0.5083	7,005	1,423
11	2,800	13,779	10,960	0.4751	6,546	1,330
12	2,800	13,779	10,960	0.4440	6,118	1,243
13	2,800	13,779	10,960	0.4150	5,718	1,162
14	2,800	13,779	10,960	0.3878	5,344	1,086
15	2,800	13,779	10,960	0.3624	4,994	1,015
16	2,800	13,779	10,960	0.3387	4,667	948
17	2,800	13,779	10,960	0.3166	4,362	886
18	2,800	13,779	10,960	0.2959	4,077	828
19	2,800	13,779	10,960	0.2765	3,810	774
20	2,800	13,779	10,960	0.2584	3,561	724
21	2,800	13,779	10,960	0.2415	3,328	676
22	2,800	13,779	10,960	0.2257	3,110	632
23	2,800	13,779	10,960	0.2109	2,907	591
24	2,800	13,779	10,960	0.1971	2,716	552
25	2,800	13,779	10,960	0.1842	2,539	516
รวมเป็นเงิน (บาท)					160,575	94,151

$$\begin{aligned}
 \text{ดังนั้น B/C Ratio} &= \frac{\text{ผลประโยชน์ที่เป็นเงินปัจจุบันสะสม}}{\text{มูลค่าการลงทุนที่เป็นเงินปัจจุบัน}} \\
 &= \frac{160,575}{94,151} \\
 &= 1.7506
 \end{aligned}$$

(4.3) การคำนวณหาอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return : IRR)

วิธีการ Interpolation

$$\text{IRR} = [r_L + (r_U - r_L)] * \left[\frac{(NPV_L)}{(NPV_L - NPV_U)} \right]$$

ตารางที่ 4.21 แสดงการหาค่าเงินปัจจุบันสุทธิของโครงการที่อัตราคิดลด 10 % เพื่อหาอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ

ปีที่	เงินลงทุน	ผลตอบแทน	กระแสเงินสด	อัตราคิดลด 10 %	เงินปัจจุบัน	เงินปัจจุบันสะสม
0	61,521	0	-61,521	1.0000	-61,521	-61,521
1	2,800	13,779	10,960	0.9091	9,981	-51,540
2	2,800	13,779	10,960	0.8264	9,074	-42,467
3	2,800	13,779	10,960	0.7513	8,249	-34,218
4	2,800	13,779	10,960	0.6830	7,499	-26,719
5	2,800	13,779	10,960	0.6209	6,817	-19,902
6	2,800	13,779	10,960	0.5645	6,197	-13,705
7	2,800	13,779	10,960	0.5132	5,634	-8,071
8	2,800	13,779	10,960	0.4665	5,122	-2,949
9	2,800	13,779	10,960	0.4241	4,656	1,707
10	2,800	13,779	10,960	0.3855	4,233	5,940
11	2,800	13,779	10,960	0.3505	3,848	9,788
12	2,800	13,779	10,960	0.3186	3,498	13,287
13	2,800	13,779	10,960	0.2897	3,180	16,467
14	2,800	13,779	10,960	0.2633	2,891	19,358

ตารางที่ 4.21 (ต่อ)

ปีที่	เงินลงทุน	ผลตอบแทน	กระแสเงินสด	อัตราคิดลด 10 %	เงินปัจจุบัน	เงินปัจจุบัน สะสม
15	2,800	13,779	10,960	0.2394	2,628	21,986
16	2,800	13,779	10,960	0.2176	2,389	24,375
17	2,800	13,779	10,960	0.1978	2,172	26,548
18	2,800	13,779	10,960	0.1799	1,975	28,522
19	2,800	13,779	10,960	0.1635	1,795	30,317
20	2,800	13,779	10,960	0.1486	1,632	31,949
21	2,800	13,779	10,960	0.1351	1,484	33,433
22	2,800	13,779	10,960	0.1228	1,349	34,782
23	2,800	13,779	10,960	0.1117	1,226	36,008
24	2,800	13,779	10,960	0.1015	1,115	37,123
25	2,800	13,779	10,960	0.0923	1,013	38,136

เมื่อหาด้วยวิธีการ Interpolation

$$IRR = [r_L + (r_U - r_L)] * \left[\frac{(NPV_L)}{(NPV_L - NPV_U)} \right]$$

$$IRR = [7 + (10 - 7)] * \left[\frac{(66,424)}{((66,424) - (38,126))} \right]$$

ดังนั้น IRR = 23.473

(4.4) การคำนวณหาค่าระยะเวลาคืนทุนของโครงการ (Payback Period)

การคำนวณระยะเวลาคืนทุน ที่ Plant Factor 50% อัตราคิดลด 7%

ระยะเวลาโครงการ 25 ปี ราคาไฟฟ้า 2.8599 บาทต่อหน่วย

ค่าใช้จ่ายในการลงทุน = 61,521 บาท

ผลตอบแทนสุทธิเฉลี่ยต่อปี = 13,779 บาท

จากตารางที่ 4.18 ระยะเวลาคืนทุนจะเท่ากับ

$$0 = -P + NCF \left(\frac{P/A, i, n_p}{(1.07)^n - 1} \right)$$

$$= -61,521 + 13,779 \left[\frac{(1.07)^n - 1}{(0.07)(1.07)^n} \right]$$

$$\text{ให้ } n = 7.34 \text{ ปี}$$

$$\text{แทนค่า } 0 \neq -61,521 + 13,779 \left[\frac{(1.07)^{7.34} - 1}{(0.07)(1.07)^{7.34}} \right]$$

$$0 \neq 1.934 \text{ บาท}$$

เมื่อแทนค่า n เท่ากับ 7.34 จะได้ค่าที่เข้าใกล้กับ 0 มากที่สุดคือ 1.934 บาท
ดังนั้น ระยะเวลาคืนทุนจะเท่ากับ 7.34 ปี

ผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ที่ราคาค่าไฟฟ้า 2.8599

บาท ต่อหน่วย Plant Factor 50 เปอร์เซ็นต์ แสดงใน ตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 แสดงผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

	รายการ	จำนวน
1.	อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit Cost Ratio)	1.71
2.	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value)	66,424 บาท
3.	ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period)	7.34 ปี
4.	อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return)	17.53

(5) ผลการวิเคราะห์ความไวด้านเศรษฐศาสตร์เมื่อค่า Plant Factor เปลี่ยน

ผลการวิเคราะห์ความไวด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการ เมื่อค่า Plant Factor ที่แตกต่างกันโดยแยกคิดค่า Plant Factor เท่ากับ 25%, 50%, 75%, 90%, ตามลำดับ เนื่องจากลักษณะการใช้งานของชาวบ้านโดยทั่วไป มีความจำเป็นแตกต่างกัน และลักษณะทำงานของเครื่องจักรต่อเนื่อง สามารถนำไปใช้เพื่อการกรรกรรม ดังนั้นจึงได้ทำการคิดค่าความไวที่ 25%, 50%, 75%, 90%, เท่านั้น

ตารางที่ 4.23 แสดงรายได้จากการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ Plant Factor เท่ากับ 25 %

ลำดับ	รายการ	จำนวนเงิน	หน่วย
1	ค่าขายส่งเฉลี่ยต่อปี ที่ 91.25 วันหรือ 2,190 ชั่วโมง	4,659.97	บาทต่อปี
2	ค่า Ft ขายส่งเฉลี่ยต่อปี ที่ 91.25 วันหรือ 2,190 ชั่วโมง	2,229.53	บาทต่อปี
	ค่าขายส่งเฉลี่ย + ค่า Ft ขายส่งเฉลี่ย	6,889.50	บาทต่อปี

ตารางที่ 4.24 แสดงรายได้จากการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ Plant Factor เท่ากับ 50 %

ลำดับ	รายการ	จำนวนเงิน	หน่วย
1	ค่าขายส่งเฉลี่ยต่อปี ที่ 182.5 วันหรือ 4,380 ชั่วโมง	9,320	บาทต่อปี
2	ค่า Ft ขายส่งเฉลี่ยต่อปี ที่ 182.5 วันหรือ 4,380 ชั่วโมง	4,459	บาทต่อปี
บาทต่อปีค่าขายส่งเฉลี่ย + ค่า Ft ขายส่งเฉลี่ย		13,779	บาทต่อปี

ตารางที่ 4.25 แสดงรายได้จากการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ Plant Factor เท่ากับ 75 %

ลำดับ	รายการ	จำนวนเงิน	หน่วย
1	ค่าขายส่งเฉลี่ยต่อปี ที่ 273.75 วันหรือ 6,570 ชั่วโมง	13,979.91	บาทต่อปี
2	ค่า Ft ขายส่งเฉลี่ยต่อปี ที่ 273.75 วันหรือ 6,570 ชั่วโมง	6,688.59	บาทต่อปี
ค่าขายส่งเฉลี่ย + ค่า Ft ขายส่งเฉลี่ย		20,668.50	บาทต่อปี

ตารางที่ 4.26 แสดงรายได้จากการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ Plant Factor เท่ากับ 90 %

ลำดับ	รายการ	จำนวนเงิน	หน่วย
1	ค่าขายส่งเฉลี่ยต่อปี ที่ 328.5 วันหรือ 7,884 ชั่วโมง	16,775.89	บาทต่อปี
2	ค่า Ft ขายส่งเฉลี่ยต่อปี ที่ 328.5 วันหรือ 7,884 ชั่วโมง	8,026.31	บาทต่อปี
ค่าขายส่งเฉลี่ย + ค่า Ft ขายส่งเฉลี่ย		24,802.20	บาทต่อปี

ดังนั้นเมื่อมาคิดค่าต่างๆ ที่ Plant Factor แตกต่างกันจะแสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.27 แสดงการหาค่าเงินปัจจุบันสุทธิของโครงการที่ Plant Factor เท่ากับ 25%

ปีที่	เงินลงทุน	ผลตอบแทน	กระแสเงินสด	อัตราคิดลด 7 %	เงินปัจจุบันของผลตอบแทน	เงินปัจจุบันของเงินลงทุน	เงินปัจจุบัน	เงินปัจจุบันสะสม
0	61,521	0	-61,521	1.0000	0	61,521	-61,521	-61,521
1	2,800	6,889.50	4,090	0.9346	6,439	2,617	3,822	-57,699
2	2,800	6,889.50	4,090	0.8734	6,018	2,446	3,572	-54,127
3	2,800	6,889.50	4,090	0.8163	5,624	2,286	3,338	-50,789
4	2,800	6,889.50	4,090	0.7629	5,256	2,136	3,120	-47,669

ตารางที่ 4.27 (ต่อ)

ปี ที่	เงินลงทุน	ผลตอบแทน	กระแส เงินสด	อัตรา คัด ลด 7 %	เงินปัจจุบัน ของผล ตอบ แทน	เงิน ปัจจุบัน ของเงิน ลงทุน	เงิน ปัจจุบัน	เงิน ปัจจุบัน สะสม
5	2,800	6,889.50	4,090	0.7130	4,912	1,996	2,916	-44,753
6	2,800	6,889.50	4,090	0.6663	4,591	1,866	2,725	-42,028
7	2,800	6,889.50	4,090	0.6227	4,290	1,744	2,547	-39,482
8	2,800	6,889.50	4,090	0.5820	4,010	1,630	2,380	-37,101
9	2,800	6,889.50	4,090	0.5439	3,747	1,523	2,224	-34,877
10	2,800	6,889.50	4,090	0.5083	3,502	1,423	2,079	-32,798
11	2,800	6,889.50	4,090	0.4751	3,273	1,330	1,943	-30,855
12	2,800	6,889.50	4,090	0.4440	3,059	1,243	1,816	-29,039
13	2,800	6,889.50	4,090	0.4150	2,859	1,162	1,697	-27,342
14	2,800	6,889.50	4,090	0.3878	2,672	1,086	1,586	-25,756
15	2,800	6,889.50	4,090	0.3624	2,497	1,015	1,482	-24,274
16	2,800	6,889.50	4,090	0.3387	2,334	948	1,385	-22,889
17	2,800	6,889.50	4,090	0.3166	2,181	886	1,295	-21,594
18	2,800	6,889.50	4,090	0.2959	2,038	828	1,210	-20,384
19	2,800	6,889.50	4,090	0.2765	1,905	774	1,131	-19,254
20	2,800	6,889.50	4,090	0.2584	1,780	724	1,057	-18,197
21	2,800	6,889.50	4,090	0.2415	1,664	676	988	-17,209
22	2,800	6,889.50	4,090	0.2257	1,555	632	923	-16,286
23	2,800	6,889.50	4,090	0.2109	1,453	591	863	-15,423
24	2,800	6,889.50	4,090	0.1971	1,358	552	806	-14,617
25	2,800	6,889.50	4,090	0.1842	1,269	516	753	-13,864
รวม					80,287	94,151		

อัตราคิดลด 7% (ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2553)

Plant Factor 25 %

ราคาค่าไฟฟ้า 2.8599 บาทต่อหน่วย (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย)

NPV = -13,864 บาท

B/C Ratio = 0.85

IRR = 4.36 %

PB = 22.5 ปี

ตารางที่ 4.28 แสดงการหาเงินปัจจุบันสุทธิของโครงการที่ Plant Factor เท่ากับ 50 %

ปี ที่	เงินลงทุน	ผลตอบแทน	กระแส เงินสด	อัตรา คัด ลด 7 %	เงินปัจจุบัน ของผล ตอบ แทน	เงิน ปัจจุบัน ของเงิน ลงทุน	เงิน ปัจจุบัน	เงิน ปัจจุบัน สะสม
0	61,521	0	-61,521	1.0000	0	61,521	-61,521	-61,521
1	2,800	13,779	10,960	0.9346	12,878	2,617	10,261	-51,260
2	2,800	13,779	10,960	0.8734	12,035	2,446	9,589	-41,671
3	2,800	13,779	10,960	0.8163	11,248	2,286	8,962	-32,709
4	2,800	13,779	10,960	0.7629	10,512	2,136	8,376	-24,333
5	2,800	13,779	10,960	0.7130	9,824	1,996	7,828	-16,505
6	2,800	13,779	10,960	0.6663	9,182	1,866	7,316	-9,189
7	2,800	13,779	10,960	0.6227	8,581	1,744	6,837	-2,352
8	2,800	13,779	10,960	0.5820	8,020	1,630	6,390	4,038
9	2,800	13,779	10,960	0.5439	7,495	1,523	5,972	10,010
10	2,800	13,779	10,960	0.5083	7,005	1,423	5,581	15,591
11	2,800	13,779	10,960	0.4751	6,546	1,330	5,216	20,807
12	2,800	13,779	10,960	0.4440	6,118	1,243	4,875	25,682
13	2,800	13,779	10,960	0.4150	5,718	1,162	4,556	30,238
14	2,800	13,779	10,960	0.3878	5,344	1,086	4,258	34,495
15	2,800	13,779	10,960	0.3624	4,994	1,015	3,979	38,475
16	2,800	13,779	10,960	0.3387	4,667	948	3,719	42,194

ตารางที่ 4.28 (ต่อ)

ปี ที่	เงินลงทุน	ผลตอบแทน	กระแส เงินสด	อัตรา คัด ลด 7 %	เงินปัจจุบัน ของผล ตอบแทน	เงิน ปัจจุบัน ของเงิน ลงทุน	เงิน ปัจจุบัน	เงิน ปัจจุบัน สะสม
17	2,800	13,779	10,960	0.3166	4,362	886	3,476	45,669
18	2,800	13,779	10,960	0.2959	4,077	828	3,248	48,918
19	2,800	13,779	10,960	0.2765	3,810	774	3,036	51,954
20	2,800	13,779	10,960	0.2584	3,561	724	2,837	54,791
21	2,800	13,779	10,960	0.2415	3,328	676	2,652	57,442
22	2,800	13,779	10,960	0.2257	3,110	632	2,478	59,920
23	2,800	13,779	10,960	0.2109	2,907	591	2,316	62,236
24	2,800	13,779	10,960	0.1971	2,716	552	2,164	64,401
25	2,800	13,779	10,960	0.1842	2,539	516	2,023	66,424
รวม					160,575	94,151		

อัตราคิดลด 7 % (ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2553)

Plant Factor 50 %

ราคาค่าไฟฟ้า 2.8599 บาทต่อหน่วย (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย)

NPV = 66,424 บาท

B/C Ratio = 1.71

IRR = 17.53 %

PB = 7.34 ปี

ตารางที่ 4.29 แสดงการหาเงินปัจจุบันสุทธิของโครงการที่ Plant Factor เท่ากับ 75%

ปี ที่	เงินลงทุน	ผลตอบแทน	กระแส เงินสด	อัตรา คิดลด 7 %	เงินปัจจุบัน ของผล ตอบ แทน	เงิน ปัจจุบัน ของเงิน ลงทุน	เงิน ปัจจุบัน	เงิน ปัจจุบัน สะสม
0	61,521	0	-61,521	1.0000	0	61,521	-61,521	-61,521
1	2,800	20,668.50	17,869	0.9346	19,316	2,617	16,700	-44,821
2	2,800	20,668.50	17,869	0.8734	18,053	2,446	15,607	-29,214
3	2,800	20,668.50	17,869	0.8163	16,872	2,286	14,586	-14,628
4	2,800	20,668.50	17,869	0.7629	15,768	2,136	13,632	-997
5	2,800	20,668.50	17,869	0.7130	14,736	1,996	12,740	11,743
6	2,800	20,668.50	17,869	0.6663	13,772	1,866	11,907	23,650
7	2,800	20,668.50	17,869	0.6227	12,871	1,744	11,128	34,778
8	2,800	20,668.50	17,869	0.5820	12,029	1,630	10,400	45,177
9	2,800	20,668.50	17,869	0.5439	11,242	1,523	9,719	54,896
10	2,800	20,668.50	17,869	0.5083	10,507	1,423	9,083	63,980
11	2,800	20,668.50	17,869	0.4751	9,819	1,330	8,489	72,469
12	2,800	20,668.50	17,869	0.4440	9,177	1,243	7,934	80,403
13	2,800	20,668.50	17,869	0.4150	8,577	1,162	7,415	87,818
14	2,800	20,668.50	17,869	0.3878	8,016	1,086	6,930	94,747
15	2,800	20,668.50	17,869	0.3624	7,491	1,015	6,476	101,224
16	2,800	20,668.50	17,869	0.3387	7,001	948	6,053	107,276
17	2,800	20,668.50	17,869	0.3166	6,543	886	5,657	112,933
18	2,800	20,668.50	17,869	0.2959	6,115	828	5,287	118,220
19	2,800	20,668.50	17,869	0.2765	5,715	774	4,941	123,161
20	2,800	20,668.50	17,869	0.2584	5,341	724	4,618	127,778
21	2,800	20,668.50	17,869	0.2415	4,992	676	4,315	132,094
22	2,800	20,668.50	17,869	0.2257	4,665	632	4,033	136,127

ตารางที่ 4.29 (ต่อ)

ปี ที่	เงินลงทุน	ผลตอบแทน	กระแส เงินสด	อัตรา คิดลด 7 %	เงินปัจจุบัน ของผล ตอบ แทน	เงิน ปัจจุบัน ของเงิน ลงทุน	เงิน ปัจจุบัน	เงิน ปัจจุบัน สะสม
23	2,800	20,668.50	17,869	0.2109	4,360	591	3,769	139,896
24	2,800	20,668.50	17,869	0.1971	4,075	552	3,523	143,419
25	2,800	20,668.50	17,869	0.1842	3,808	516	3,292	146,711
รวม					240,862	94,151		

อัตราคิดลด 7% (ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2553)

Plant Factor 75 %

ราคาค่าไฟฟ้า 2.8599 บาทต่อหน่วย (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย)

NPV = 146,711 บาท

B/C Ratio = 2.56

IRR = 28.99 %

PB = 3.87 ปี

ตารางที่ 4.30 แสดงการหาค่าเงินปัจจุบันสุทธิของโครงการที่ Plant Factor เท่ากับ 90 %

ปี ที่	เงินลงทุน	ผลตอบแทน	กระแส เงินสด	อัตรา คัด ลด 7 %	เงินปัจจุบัน ของผล ตอบ แทน	เงิน ปัจจุบัน ของเงิน ลงทุน	เงิน ปัจจุบัน	เงิน ปัจจุบัน สะสม
0	61,521	0	-61,521	1.0000	0	61,521	-61,521	-61,521
1	2,800	24,802.20	22,002	0.9346	23,180	2,617	20,563	-40,958
2	2,800	24,802.20	22,002	0.8734	21,663	2,446	19,218	-21,741
3	2,800	24,802.20	22,002	0.8163	20,246	2,286	17,960	-3,780
4	2,800	24,802.20	22,002	0.7629	18,921	2,136	16,785	13,005
5	2,800	24,802.20	22,002	0.7130	17,684	1,996	15,687	28,692
6	2,800	24,802.20	22,002	0.6663	16,527	1,866	14,661	43,353
5	2,800	24,802.20	22,002	0.6227	15,446	1,744	13,702	57,055
8	2,800	24,802.20	22,002	0.5820	14,435	1,630	12,805	69,861
9	2,800	24,802.20	22,002	0.5439	13,491	1,523	11,968	81,828
10	2,800	24,802.20	22,002	0.5083	12,608	1,423	11,185	93,013
11	2,800	24,802.20	22,002	0.4751	11,783	1,330	10,453	103,466
12	2,800	24,802.20	22,002	0.4440	11,012	1,243	9,769	113,236
13	2,800	24,802.20	22,002	0.4150	10,292	1,162	9,130	122,366
14	2,800	24,802.20	22,002	0.3878	9,619	1,086	8,533	130,899
15	2,800	24,802.20	22,002	0.3624	8,989	1,015	7,975	138,873
16	2,800	24,802.20	22,002	0.3387	8,401	948	7,453	146,326
17	2,800	24,802.20	22,002	0.3166	7,852	886	6,965	153,291
18	2,800	24,802.20	22,002	0.2959	7,338	828	6,510	159,801
19	2,800	24,802.20	22,002	0.2765	6,858	774	6,084	165,885
20	2,800	24,802.20	22,002	0.2584	6,409	724	5,686	171,571
21	2,800	24,802.20	22,002	0.2415	5,990	676	5,314	176,884
22	2,800	24,802.20	22,002	0.2257	5,598	632	4,966	181,851

ตารางที่ 4.30 (ต่อ)

ปี ที่	เงินลงทุน	ผลตอบแทน	กระแส เงินสด	อัตรา คัด ลด 7 %	เงินปัจจุบัน ของผล ตอบ แทน	เงิน ปัจจุบัน ของเงิน ลงทุน	เงิน ปัจจุบัน	เงิน ปัจจุบัน สะสม
22	2,800	24,802.20	22,002	0.2109	5,232	591	4,641	186,492
24	2,800	24,802.20	22,002	0.1971	4,890	552	4,338	190,830
25	2,800	24,802.20	22,002	0.1842	4,570	516	4,054	194,883
รวม					289,035	94,151		

อัตราคิดลด 7 % (ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2553)

Plant Factor 90 %

ราคาค่าไฟฟ้า 2.8599 บาทต่อหน่วย (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย)

NPV = 168,608 บาท

B/C Ratio = 3.07

IRR = 35.75 %

PB = 2.87 ปี

ดังนั้นสรุปค่าผลตอบแทนต่างๆ จะมีผลตามค่า Plant Factor ของแบบเพลตันเทอร์ไบน์ (Pelton Turbine) ตามรายละเอียดต่อไปนี้

ที่ Plant Factor เท่ากับ 25 %

NPV = -13,864 บาท

B/C Ratio = 0.85

IRR = 4.36 %

PB = 22.5 ปี

ที่ Plant Factor เท่ากับ 50 %

NPV = 66,424 บาท

B/C Ratio = 1.71

IRR = 17.53 %

PB = 7.34 ปี

ที่ Plant Factor เท่ากับ 75 %

NPV = 146,711 บาท

B/C Ratio = 2.56

IRR = 28.99 %

PB = 3.87 ปี

ที่ Plant Factor เท่ากับ 90 %

NPV = 168,608 บาท

B/C Ratio = 3.07

IRR = 35.75 %

PB = 2.87 ปี

4.4.2 ผลการศึกษาวิจัยทางด้านเศรษฐศาสตร์ แบบ Kaplan Turbine

(1) ผลการศึกษาข้อมูลจากการวิจัยเบื้องต้น

จากผลการติดตั้งและทดสอบการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กมาก ในบทที่ 3 ข้อ 3.4.3 และ 3.4.4 สามารถเดินเครื่องจ่ายพลังงานได้ 900 วัตต์ ตรงตามที่ได้วางแผนไว้ ค่าพลังงานที่ผลิตได้ สามารถนำมาคำนวณหารายได้ของโครงการและนำไปเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายของโครงการ เช่น ค่าใช้จ่ายจากค่าอุปกรณ์และค่าติดตั้งด้านไฟฟ้าและเครื่องกล ค่าบำรุงรักษา ที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์หาค่าต่างๆ ทางด้านเศรษฐศาสตร์ คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value Method : NPV) อัตราผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย (Benefit Cost Ratio : B/C Ratio) อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return : IRR) ระยะเวลาคืนทุนของโครงการ (Payback Period) การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) และการวิเคราะห์ความไวของโครงการที่ ค่า Plant Factor และราคาไฟฟ้าที่แตกต่างกัน เพื่อเป็นข้อมูลที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์และประกอบการตัดสินใจในการก่อสร้างโครงการใหม่ๆ เพื่อให้การตัดสินใจของผู้ที่ลงทุนก่อสร้างโครงการโรงไฟฟ้าขนาดเล็กตัดสินใจได้ถูกต้องและป้องกันการขาดทุน จากโครงการดังรายละเอียดที่จะแสดงในบทนี้

(2) ผลการศึกษาด้านค่าใช้จ่าย

ข้อมูลค่าใช้จ่ายในการติดตั้งมีอยู่ 2 ส่วนคือ ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา

ตารางที่ 4.31 แสดงค่าใช้จ่ายด้านการติดตั้ง

ลำดับ	รายการ	จำนวนเงิน	หน่วย
1	ค่าอุปกรณ์ด้านเครื่องกล	16,200	บาท
2	ค่าอุปกรณ์ด้านไฟฟ้า	12,440	บาท
3	ค่าติดตั้งอุปกรณ์ด้านเครื่องกล	3,600	บาท
4	ค่าติดตั้งอุปกรณ์ด้านไฟฟ้า	2,400	บาท
รวมเป็นเงิน		34,640	บาท

ตารางที่ 4.32 แสดงค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษา

ลำดับ	งาน	ความถี่	ชั่วโมงหยุดเดินเครื่อง	ค่าวัสดุและอะไหล่	ค่าบริการ (บาท/ครั้ง)	รวม (บาท)
1	การบำรุงรักษา เชิงป้องกัน	6 ครั้ง/ปี	1	50	200	1,500
2	การหยุดซ่อม ใหญ่	1 ปี/ครั้ง	24	800	500	1,300

จากตารางที่ 4.32 พบว่าค่าบำรุงรักษาเชิงป้องกันรายปี เท่ากับ 1,500 บาท จะมีค่าใช้จ่ายด้านค่าวัสดุ และอะไหล่ประมาณ 50 บาทต่อครั้ง ค่าบริการที่ใช้พนักงานบำรุงรักษาจำนวน 1 คนเป็นเงิน 200 บาทต่อครั้งรวมเท่ากับ 1500 บาท ใกล้เคียงกับค่าที่คำนวณได้จากค่าดำเนินงานบำรุงรักษาของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน โดยในส่วนของงานไฟฟ้าและเครื่องกล 1.5% ของราคางาน สำหรับค่าบำรุงรักษาในการซ่อมใหญ่ (Major Overhaul) จะมีค่าใช้จ่ายด้านค่าวัสดุและ อะไหล่ประมาณ 800 บาทต่อครั้ง ซึ่งจะรวมค่า สายพาน แบริ่ง สารหล่อลื่น และวัสดุอุปกรณ์ อื่นๆ เป็นต้น และค่าบริการการซ่อมบำรุง 500 บาทต่อครั้ง รวมค่าใช้จ่ายการหยุดซ่อมเป็นเงิน 1,300 บาทต่อครั้ง

ตารางที่ 4.33 แสดงค่าใช้จ่ายการเดินเครื่อง

ลำดับ	รายการ	จำนวนเงิน	หน่วย
1	ค่าใช้จ่ายการเดินเครื่อง	-	บาท/เดือน
2	ค่าใช้จ่ายการเดินเครื่อง	-	บาท/ปี

จากตารางที่ 4.33 แสดงค่าใช้จ่ายด้านการเดินเครื่อง ไม่มีค่าใช้จ่ายเนื่องจากเป็น การใช้ในครัวเรือน และเครื่องมีขนาดเล็กมาก

(3) ผลการศึกษาด้านรายได้

จากการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก สำหรับระบบน้ำระบายความร้อนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำโรงไฟฟ้าพลังน้ำได้กำลังการผลิต 900 วัตต์ ดังนั้นจากค่า Plant Factor

ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอยู่ที่ 50% หรือเท่ากับ 4,380 ชั่วโมง เมื่อคิดเป็นหน่วยจะได้เท่ากับ 3,942 หน่วยต่อปี ถ้าให้ราคาหน่วยละ 2.8599 บาท ใน 1 ปีจะสามารถคิดเป็นตัวเงินได้เท่ากับ 11,273.73 บาทต่อปี

ตารางที่ 4.34 แสดงรายได้จากการผลิตพลังงานไฟฟ้า ที่ Plant Factor เท่ากับ 50 %

ลำดับ	รายการ	จำนวนเงิน	หน่วย
1	ค่าไฟฟ้าฐานเฉลี่ยต่อปี ที่ 182.5 วันหรือ 4,380 ชั่วโมง	7,625.41	บาทต่อปี
2	ค่า Ft เฉลี่ยต่อปี ที่ 182.5 วันหรือ 4,380 ชั่วโมง	3,648.32	บาทต่อปี
3	ค่าขายส่งเฉลี่ย + ค่า Ft เฉลี่ยต่อปี	11,273.73	บาทต่อปี

แสดงวิธีคิดรายได้ทางตรงจากการขายพลังงานไฟฟ้า จากตารางที่ 4.34 ได้ดังนี้

(3.1) รายได้จากค่าขายไฟฟ้าฐานเฉลี่ยหน่วยละ 1.9344 บาทและค่า Ft หน่วยละ 0.9255บาท รวมเท่ากับหน่วยละ 2.8599 บาท ณ เดือนกรกฎาคม 2553 (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยขายให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค)

(3.2) เครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีกำลังผลิตติดตั้งที่ 900 วัตต์

(3.3) ถ้าเดินเครื่องวันละ 24 ชม. มีรายได้เท่ากับ 61.77 บาทต่อวัน

(3.4) แต่เนื่องจากการเดินเครื่องขึ้นอยู่กับการใช้ไฟฟ้า คาดการณ์ การใช้ไฟฟ้าประมาณ 12 ชั่วโมงต่อวัน จึงมีค่า Plant Factor เท่ากับ 50 % ดังนั้นจะเหลือการคำนวณวันเท่ากับ 182.5 วันหรือ 4,380 ชั่วโมงต่อรายได้ 1 ปี จะได้ค่าขายกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 7,625.41 บาทต่อปี(ไม่รวมค่า Ft)

(3.5) ค่า Ft ขายส่งเฉลี่ย เท่ากับ 0.9255บาทต่อหน่วย ณ กรกฎาคม 2553 (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยขายให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค) เมื่อเดินเครื่อง 182.5 วันหรือ 4,380 ชั่วโมง จะได้ค่า Ft ขายส่งเฉลี่ย ต่อปี เท่ากับ 3,648.32 บาทต่อปี รวมรายได้ทั้งสิ้น ค่าขายส่งเฉลี่ย + ค่า Ft ขายส่งเฉลี่ย เท่ากับ 11,273.73บาทต่อปี

(4) การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการจะต้องนำค่าต่างๆ จากค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบ ค่าใช้จ่ายจากการซ่อมบำรุง ค่าใช้จ่ายจากการดำเนินการที่จะเกิดขึ้นในอนาคต รายได้จากการขายพลังงานไฟฟ้ามาคำนวณโดยใช้สูตรการคำนวณจากบทที่ 2 เพื่อตรวจสอบว่าโครงการการวิจัยนี้มีความคุ้มค่าหรือไม่ จากนั้นก็จะดำเนินการวิเคราะห์ความไวโดยในงานวิจัยนี้จะคำนวณการเปลี่ยนแปลงค่า Plant Factor (PF) ว่าเมื่อค่า PF เปลี่ยนแปลงจะส่งผลกระทบต่อค่า B/C Ratio หรือไม่ และการที่ภาครัฐหรือเอกชนจะพิจารณาดำเนินการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กมากอื่นๆ จะต้องวิเคราะห์ถึงความคุ้มค่าต่อเงินลงทุนนั้นๆ โดยการวิเคราะห์ มูลค่า

ปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value Method : NPV) อัตราผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย (Benefit Cost Ratio : B/C Ratio) อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return : IRR) ระยะเวลาคืนทุนของโครงการ (Payback Period) การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) จากตาราง 4.34 โครงการจะมีรายได้ต่อปีเท่ากับ 11,273.73 บาท อัตราคิดลด 7% ตาราง 4.32 ค่าใช้จ่ายด้านบำรุงรักษาประมาณ 2,800 บาทต่อปี ตาราง 4.33 ค่าใช้จ่ายด้านเดินเครื่องไม่มี รวมต้นทุนผันแปรปีละ 2,800 บาท

(4.1) การคำนวณหาค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value Method : NPV)

จาก สมการต่อไปนี้

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1+r)^t}$$

กำหนดให้

- B_t = ผลประโยชน์ของโครงการในปีที่ 1,2,3,...,n
 C_t = ค่าใช้จ่ายของโครงการเริ่มตั้งแต่ปีที่ 1,2,3,...,n
 r = อัตราดอกเบี้ยหรืออัตราคิดลด
 t = อายุของโครงการ ปีที่ 1,2,3,...,n
 n = อายุสิ้นสุดโครงการ

ตารางที่ 4.35 แสดงการหาค่าเงินปัจจุบันสุทธิของโครงการที่อัตราคิดลด 7 %

ปีที่	เงินลงทุน	ผลตอบแทน	กระแสเงินสด	อัตราคิดลด 7 %	เงินปัจจุบัน	เงินปัจจุบันสะสม
0	34,640	0	-34,640	1.0000	-34,640	-34,640
1	2,800	11,274	8,474	0.9346	7,920	-26,720
2	2,800	11,274	8,474	0.8734	7,402	-19,319
3	2,800	11,274	8,474	0.8163	6,917	-12,402
4	2,800	11,274	8,474	0.7629	6,465	-5,937
5	2,800	11,274	8,474	0.7130	6,042	105
6	2,800	11,274	8,474	0.6663	5,647	5,752
7	2,800	11,274	8,474	0.6227	5,277	11,029
8	2,800	11,274	8,474	0.5820	4,932	15,961
9	2,800	11,274	8,474	0.5439	4,609	20,570

ตารางที่ 4.35 (ต่อ)

ปีที่	เงินลงทุน	ผลตอบแทน	กระแสเงินสด	อัตราคิด ลด 7 %	เงินปัจจุบัน	เงินปัจจุบัน สะสม
10	2,800	11,274	8,474	0.5083	4,308	24,878
11	2,800	11,274	8,474	0.4751	4,026	28,904
12	2,800	11,274	8,474	0.4440	3,763	32,666
13	2,800	11,274	8,474	0.4150	3,516	36,183
14	2,800	11,274	8,474	0.3878	3,286	39,469
15	2,800	11,274	8,474	0.3624	3,071	42,540
16	2,800	11,274	8,474	0.3387	2,870	45,411
17	2,800	11,274	8,474	0.3166	2,683	48,094
18	2,800	11,274	8,474	0.2959	2,507	50,601
1	2,800	11,274	8,474	0.2765	2,343	52,944
20	2,800	11,274	8,474	0.2584	2,190	55,134
21	2,800	11,274	8,474	0.2415	2,047	57,180
22	2,800	11,274	8,474	0.2257	1,913	59,093
23	2,800	11,274	8,474	0.2109	1,788	60,881
24	2,800	11,274	8,474	0.1971	1,671	62,551
25	2,800	11,274	8,474	0.1842	1,561	64,112

ดังนั้นเงินปัจจุบันสะสม เท่ากับ 64,112 บาท

(4.2) การคำนวณหาอัตราผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย (Benefit Cost Ratio : B/C Ratio) จากสมการต่อไปนี้

$$B/C = \frac{\sum_{t=1}^n B_t / (1+r)^t}{\sum_{t=1}^n C_t / (1+r)^t}$$

ตารางที่ 4.36 แสดงการหาต้นทุนปัจจุบันสุทธิของโครงการที่อัตราคิดลด 7 % เพื่อหา B/C

Ratio

ปีที่	เงินลงทุน	ผลตอบแทน	กระแสเงินสด	อัตราคิด ลด 7 %	เงินปัจจุบัน ของ ผลตอบแทน	เงินปัจจุบัน ของเงิน ลงทุน
0	34,640	0	-34,640	1.0000	0	34,640
1	2,800	11,274	8,474	0.9346	10,536	2,617
2	2,800	11,274	8,474	0.8734	9,847	2,446
3	2,800	11,274	8,474	0.8163	9,203	2,286
4	2,800	11,274	8,474	0.7629	8,601	2,136
5	2,800	11,274	8,474	0.7130	8,038	1,996
6	2,800	11,274	8,474	0.6663	7,512	1,866
7	2,800	11,274	8,474	0.6227	7,021	1,744
8	2,800	11,274	8,474	0.5820	6,562	1,630
9	2,800	11,274	8,474	0.5439	6,132	1,523
10	2,800	11,274	8,474	0.5083	5,731	1,423
11	2,800	11,274	8,474	0.4751	5,356	1,330
12	2,800	11,274	8,474	0.4440	5,006	1,243
13	2,800	11,274	8,474	0.4150	4,678	1,162
14	2,800	11,274	8,474	0.3878	4,372	1,086
15	2,800	11,274	8,474	0.3624	4,086	1,015
16	2,800	11,274	8,474	0.3387	3,819	948
17	2,800	11,274	8,474	0.3166	3,569	886
18	2,800	11,274	8,474	0.2959	3,336	828
19	2,800	11,274	8,474	0.2765	3,117	774
20	2,800	11,274	8,474	0.2584	2,913	724
21	2,800	11,274	8,474	0.2415	2,723	676
22	2,800	11,274	8,474	0.2257	2,545	632
23	2,800	11,274	8,474	0.2109	2,378	591

ตารางที่ 4.36(ต่อ)

ปีที่	เงินลงทุน	ผลตอบแทน	กระแสเงินสด	อัตราคิด ลด 7 %	เงินปัจจุบัน ของ ผลตอบแทน	เงินปัจจุบัน ของเงิน ลงทุน
24	2,800	11,274	8,474	0.1971	2,223	552
25	2,800	11,274	8,474	0.1842	2,077	516
รวมเป็นเงิน (บาท)					131,382	67,270

$$\begin{aligned}
 \text{ดังนั้น B/C Ratio} &= \frac{\text{ผลประโยชน์ที่เป็นเงินปัจจุบันสะสม}}{\text{มูลค่าการลงทุนที่เป็นเงินปัจจุบัน}} \\
 &= \frac{131,382}{67,270} \\
 &= 1.953
 \end{aligned}$$

(4.3) การคำนวณหาค่าอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return : IRR)

วิธีการ Interpolation

$$\text{IRR} = [r_L + (r_U - r_L)] * \left[\frac{(NPV_L)}{(NPV_L - NPV_U)} \right]$$

ตารางที่ 4.37 แสดงการหาค่าเงินปัจจุบันสุทธิของโครงการที่อัตราคิดลด 10 % เพื่อหาค่าอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ

ปีที่	เงินลงทุน	ผลตอบแทน	กระแสเงินสด	อัตราคิด ลด 10 %	เงินปัจจุบัน	เงินปัจจุบัน สะสม
0	34,640	0	-34,640	1.0000	-34,640	-34,640
1	2,800	11,274	8,474	0.9091	7,704	-26,936
2	2,800	11,274	8,474	0.8264	7,003	-19,933
3	2,800	11,274	8,474	0.7513	6,367	-13,566
4	2,800	11,274	8,474	0.6830	5,788	-7,779
5	2,800	11,274	8,474	0.6209	5,262	-2,517

ตารางที่ 4.37 (ต่อ)

ปีที่	เงินลงทุน	ผลตอบแทน	กระแสเงินสด	อัตราคิด ลด 10 %	เงินปัจจุบัน	เงินปัจจุบัน สะสม
6	2,800	11,274	8,474	0.5645	4,783	2,266
7	2,800	11,274	8,474	0.5132	4,349	6,615
8	2,800	11,274	8,474	0.4665	3,953	10,568
9	2,800	11,274	8,474	0.4241	3,594	14,162
10	2,800	11,274	8,474	0.3855	3,267	17,429
11	2,800	11,274	8,474	0.3505	2,970	20,399
12	2,800	11,274	8,474	0.3186	2,700	23,099
13	2,800	11,274	8,474	0.2897	2,455	25,554
14	2,800	11,274	8,474	0.2633	2,231	27,785
15	2,800	11,274	8,474	0.2394	2,029	29,814
16	2,800	11,274	8,474	0.2176	1,844	31,658
17	2,800	11,274	8,474	0.1978	1,677	33,335
18	2,800	11,274	8,474	0.1799	1,524	34,859
19	2,800	11,274	8,474	0.1635	1,386	36,244
20	2,800	11,274	8,474	0.1486	1,260	37,504
21	2,800	11,274	8,474	0.1351	1,145	38,649
22	2,800	11,274	8,474	0.1228	1,041	39,690
23	2,800	11,274	8,474	0.1117	946	40,636
24	2,800	11,274	8,474	0.1015	860	41,497
25	2,800	11,274	8,474	0.0923	782	42,279

เมื่อหาด้วยวิธีการ Interpolation

$$IRR = [r_L + (r_U - r_L)] * \left[\frac{(NPV_L)}{(NPV_L - NPV_U)} \right]$$

$$IRR = [7 + (10 - 7)] * \left[\frac{(64,112)}{((64,112) - (42,279))} \right]$$

ดังนั้น IRR = 29.37

(4.4) การคำนวณหาค่าระยะเวลาคืนทุนของโครงการ (Payback Period)

การคำนวณระยะเวลาคืนทุน ที่ Plant Factor 50% อัตราคิดลด 7% ระยะเวลาดำเนินการ 25 ปี
ราคาค่าไฟฟ้า 2.8599 บาทต่อหน่วย

ค่าใช้จ่ายในการลงทุน = 34,640 บาท

ผลตอบแทนสุทธิเฉลี่ยต่อปี = 11,273.73 บาท

จากตารางที่ 4.34 ระยะเวลาคืนทุนจะเท่ากับ

$$\begin{aligned} 0 &= -P + NCF (P/A, i, n_p) \\ &= -34,640 + 11,273.73 \left[\frac{(1.07)^n - 1}{(0.07)(1.07)^n} \right] \end{aligned}$$

$$\text{ให้ } n = 4.91 \text{ ปี}$$

$$\text{แทนค่า } 0 \neq -34,640 + 11,273.73 \left[\frac{(1.07)^{4.91} - 1}{(0.07)(1.07)^{4.91}} \right]$$

$$0 \neq 1.934 \text{ บาท}$$

เมื่อแทนค่า n เท่ากับ 4.91 จะได้ค่าที่เข้าใกล้กับ 0 มากที่สุดคือ 1.934 บาท

ดังนั้น ระยะเวลาคืนทุนจะเท่ากับ 4.91 ปี

ผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ที่ราคาค่าไฟฟ้า 2.8599 บาท ต่อ

หน่วย Plant Factor 50 เปอร์เซ็นต์ แสดงใน ตารางที่ 4.38

ตารางที่ 4.38 แสดงผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

	รายการ	จำนวน
1.	อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit Cost Ratio)	1.95
2.	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value)	64,112 บาท
3.	ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period)	4.91 ปี
4.	อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return)	24.36

(5) ผลการวิเคราะห์ความไวด้านเศรษฐศาสตร์เมื่อค่า Plant Factor เปลี่ยน

ผลการวิเคราะห์ความไวด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการ เมื่อค่า Plant Factor ที่แตกต่างกันโดยแยกคิดค่า Plant Factor เท่ากับ 25%, 50%, 75%, 90%, ตามลำดับ เนื่องจากลักษณะการใช้งานของชาวบ้านโดยทั่วไป มีความจำเป็นแตกต่างกัน และลักษณะทำงานของเครื่องควรรตเนื่อง สามารถนำไปใช้เพื่อการกสิกรรม ดังนั้นจึงได้ทำการคิดค่าความไวที่ 25%, 50%, 75%, 90%, เท่านั้น

ตารางที่ 4.39 แสดงรายได้จากการผลิตพลังงานไฟฟ้า ที่ Plant Factor เท่ากับ 25 %

ลำดับ	รายการ	จำนวนเงิน	หน่วย
1	ค่าขายส่งเฉลี่ยต่อปี ที่ 91.25 วันหรือ 2,190 ชั่วโมง	3,812.71	บาทต่อปี
2	ค่า Ft ขายส่งเฉลี่ยต่อปี ที่ 91.25 วันหรือ 2,190 ชั่วโมง	1,824.16	บาทต่อปี
	ค่าขายส่งเฉลี่ย + ค่า Ft ขายส่งเฉลี่ย	5,636.863	บาทต่อปี

ตารางที่ 4.40 แสดงรายได้จากการผลิตพลังงานไฟฟ้า ที่ Plant Factor เท่ากับ 50 %

ลำดับ	รายการ	จำนวนเงิน	หน่วย
1	ค่าขายส่งเฉลี่ยต่อปี ที่ 182.5 วันหรือ 4,380 ชั่วโมง	7,625.41	บาทต่อปี
2	ค่า Ft ขายส่งเฉลี่ยต่อปี ที่ 182.5 วันหรือ 4,380 ชั่วโมง	3,648.32	บาทต่อปี
	ค่าขายส่งเฉลี่ย + ค่า Ft ขายส่งเฉลี่ย	11,274	บาทต่อปี

ตารางที่ 4.41 แสดงรายได้จากการผลิตพลังงานไฟฟ้า ที่ Plant Factor เท่ากับ 75 %

ลำดับ	รายการ	จำนวนเงิน	หน่วย
1	ค่าขายส่งเฉลี่ยต่อปี ที่ 273.75 วันหรือ 6,570 ชั่วโมง	11,438.11	บาทต่อปี
2	ค่า Ft ขายส่งเฉลี่ยต่อปี ที่ 273.75 วันหรือ 6,570 ชั่วโมง	5,472.48	บาทต่อปี
	ค่าขายส่งเฉลี่ย + ค่า Ft ขายส่งเฉลี่ย	16,910.59	บาทต่อปี

ตารางที่ 4.42 แสดงรายได้จากการผลิตพลังงานไฟฟ้า ที่ Plant Factor เท่ากับ 90 %

ลำดับ	รายการ	จำนวนเงิน	หน่วย
1	ค่าขายส่งเฉลี่ยต่อปี ที่ 328.5 วันหรือ 7,884 ชั่วโมง	13,725.73	บาทต่อปี
2	ค่า Ft ขายส่งเฉลี่ยต่อปี ที่ 328.5 วันหรือ 7,884 ชั่วโมง	6,566.98	บาทต่อปี
	ค่าขายส่งเฉลี่ย + ค่า Ft ขายส่งเฉลี่ย	20,292.71	บาทต่อปี

ดังนั้นเมื่อมาคิดค่าต่างๆ ที่ Plant Factor แตกต่างกันจะแสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.43 แสดงการหาค่าเงินปัจจุบันสุทธิของโครงการที่ Plant Factor เท่ากับ 25%

ปี ที่	เงิน ลงทุน	ผลตอบแทน	กระแส เงินสด	อัตรา คิด ลด 7 %	เงินปัจจุบัน ของ ผลตอบแทน	เงิน ปัจจุบัน ของเงิน ลงทุน	เงิน ปัจจุบัน	เงิน ปัจจุบัน สะสม
0	34,640	0	-34,640	1.0000	0	34,640	-34,640	-34,640
1	2,800	5,636.86	2,837	0.9346	5,268	2,617	2,651	-31,989
2	2,800	5,636.86	2,837	0.8734	4,923	2,446	2,478	-29,511
3	2,800	5,636.86	2,837	0.8163	4,601	2,286	2,316	-27,195
4	2,800	5,636.86	2,837	0.7629	4,300	2,136	2,164	-25,031
5	2,800	5,636.86	2,837	0.7130	4,019	1,996	2,023	-23,008
6	2,800	5,636.86	2,837	0.6663	3,756	1,866	1,890	-21,118
7	2,800	5,636.86	2,837	0.6227	3,510	1,744	1,767	-19,351
8	2,800	5,636.86	2,837	0.5820	3,281	1,630	1,651	-17,700
9	2,800	5,636.86	2,837	0.5439	3,066	1,523	1,543	-16,157
10	2,800	5,636.86	2,837	0.5083	2,865	1,423	1,442	-14,715
11	2,800	5,636.86	2,837	0.4751	2,678	1,330	1,348	-13,367
12	2,800	5,636.86	2,837	0.4440	2,503	1,243	1,260	-12,108
13	2,800	5,636.86	2,837	0.4150	2,339	1,162	1,177	-10,930
14	2,800	5,636.86	2,837	0.3878	2,186	1,086	1,100	-9,830
15	2,800	5,636.86	2,837	0.3624	2,043	1,015	1,028	-8,802
16	2,800	5,636.86	2,837	0.3387	1,909	948	961	-7,841
17	2,800	5,636.86	2,837	0.3166	1,784	886	898	-6,943
18	2,800	5,636.86	2,837	0.2959	1,668	828	839	-6,104
19	2,800	5,636.86	2,837	0.2765	1,559	774	784	-5,319
20	2,800	5,636.86	2,837	0.2584	1,457	724	733	-4,586
21	2,800	5,636.86	2,837	0.2415	1,361	676	685	-3,901
22	2,800	5,636.86	2,837	0.2257	1,272	632	640	-3,261

ตารางที่ 4.43 (ต่อ)

ปี ที่	เงิน ลงทุน	ผลตอบแทน	กระแส เงินสด	อัตรา คัด ลด 7 %	เงินปัจจุบัน ของ ผลตอบแทน	เงิน ปัจจุบัน ของเงิน ลงทุน	เงิน ปัจจุบัน	เงิน ปัจจุบัน สะสม
23	2,800	5,636.86	2,837	0.2109	1,189	591	598	-2,662
24	2,800	5,636.86	2,837	0.1971	1,111	552	559	-2,103
25	2,800	5,636.86	2,837	0.1842	1,039	516	523	-1,580
รวม					65,690	67,270		

อัตราคิดลด 7% (ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2553)

Plant Factor 25 %

ราคาค่าไฟฟ้า 2.8599 บาทต่อหน่วย (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย)

NPV = -1,580 บาท

B/C Ratio = 0.98

IRR = 6.49 %

PB = 17.95 ปี

ตารางที่ 4.44 แสดงการหาค่าเงินปัจจุบันสุทธิของโครงการที่ Plant Factor เท่ากับ 50 %

ปี ที่	เงิน ลงทุน	ผลตอบแทน	กระแส เงินสด	อัตรา คัด ลด 7 %	เงินปัจจุบัน ของผลตอบแทน แทน	เงิน ปัจจุบัน ของเงิน ลงทุน	เงิน ปัจจุบัน	เงิน ปัจจุบัน สะสม
0	34,640	0	-34,640	1.0000	0	34,640	-34,640	7
1	2,800	11,274	8,474	0.9346	10,536	2,617	7,920	-26,720
2	2,800	11,274	8,474	0.8734	9,847	2,446	7,402	-19,319
3	2,800	11,274	8,474	0.8163	9,203	2,286	6,917	-12,402
4	2,800	11,274	8,474	0.7629	8,601	2,136	6,465	-5,937
5	2,800	11,274	8,474	0.7130	8,038	1,996	6,042	105
6	2,800	11,274	8,474	0.6663	7,512	1,866	5,647	5,752

ตารางที่ 4.44 (ต่อ)

ปี ที่	เงิน ลงทุน	ผลตอบแทน	กระแส เงินสด	อัตรา คัด ลด 7 %	เงินปัจจุบัน ของผลตอบแทน	เงิน ปัจจุบัน ของเงิน ลงทุน	เงิน ปัจจุบัน	เงิน ปัจจุบัน สะสม
7	2,800	11,274	8,474	0.6227	7,021	1,744	5,277	11,029
8	2,800	11,274	8,474	0.5820	6,562	1,630	4,932	15,961
9	2,800	11,274	8,474	0.5439	6,132	1,523	4,609	20,570
10	2,800	11,274	8,474	0.5083	5,731	1,423	4,308	24,878
11	2,800	11,274	8,474	0.4751	5,356	1,330	4,026	28,904
12	2,800	11,274	8,474	0.4440	5,006	1,243	3,763	32,666
13	2,800	11,274	8,474	0.4150	4,678	1,162	3,516	36,183
14	2,800	11,274	8,474	0.3878	4,372	1,086	3,286	39,469
15	2,800	11,274	8,474	0.3624	4,086	1,015	3,071	42,540
16	2,800	11,274	8,474	0.3387	3,819	948	2,870	45,411
17	2,800	11,274	8,474	0.3166	3,569	886	2,683	48,094
18	2,800	11,274	8,474	0.2959	3,336	828	2,507	50,601
19	2,800	11,274	8,474	0.2765	3,117	774	2,343	52,944
20	2,800	11,274	8,474	0.2584	2,913	724	2,190	55,134
21	2,800	11,274	8,474	0.2415	2,723	676	2,047	57,180
22	2,800	11,274	8,474	0.2257	2,545	632	1,913	59,093
23	2,800	11,274	8,474	0.2109	2,378	591	1,788	60,881
24	2,800	11,274	8,474	0.1971	2,223	552	1,671	62,551
25	2,800	11,274	8,474	0.1842	2,077	516	1,561	64,112
รวม					131,382	67,270		

อัตราคิดลด 7 % (ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2553)

Plant Factor 50 %

ราคาค่าไฟฟ้า 2.8599 บาทต่อหน่วย (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย)

NPV = 64,112 บาท

B/C Ratio = 1.95

IRR = 24.36 %

PB = 4.91 ปี

ตารางที่ 4.45 แสดงการหาต้นทุนปัจจุบันสุทธิของโครงการที่ Plant Factor เท่ากับ 75 %

ปี ที่	เงิน ลงทุน	ผลตอบแทน	กระแส เงินสด	อัตรา คิด ลด 7 %	เงินปัจจุบัน ของผล ตอบ แทน	เงิน ปัจจุบัน ของเงิน ลงทุน	เงิน ปัจจุบัน	เงิน ปัจจุบัน สะสม
0	34,640	0	-34,640	1.0000	0	34,640	-34,640	-34,640
1	2,800	16,910.59	14,111	0.9346	15,804	2,617	13,187	-21,453
2	2,800	16,910.59	14,111	0.8734	14,770	2,446	12,325	-9,128
3	2,800	16,910.59	14,111	0.8163	13,804	2,286	11,518	2,391
4	2,800	16,910.59	14,111	0.7629	12,901	2,136	10,765	13,156
5	2,800	16,910.59	14,111	0.7130	12,057	1,996	10,061	23,216
6	2,800	16,910.59	14,111	0.6663	11,268	1,866	9,402	32,619
7	2,800	16,910.59	14,111	0.6227	10,531	1,744	8,787	41,406
8	2,800	16,910.59	14,111	0.5820	9,842	1,630	8,212	49,619
9	2,800	16,910.59	14,111	0.5439	9,198	1,523	7,675	57,294
10	2,800	16,910.59	14,111	0.5083	8,596	1,423	7,173	64,467
11	2,800	16,910.59	14,111	0.4751	8,034	1,330	6,704	71,171
12	2,800	16,910.59	14,111	0.4440	7,509	1,243	6,265	77,436
13	2,800	16,910.59	14,111	0.4150	7,017	1,162	5,855	83,291
14	2,800	16,910.59	14,111	0.3878	6,558	1,086	5,472	88,764
15	2,800	16,910.59	14,111	0.3624	6,129	1,015	5,114	93,878
16	2,800	16,910.59	14,111	0.3387	5,728	948	4,780	98,658

ตารางที่ 4.45 (ต่อ)

ปี ที่	เงิน ลงทุน	ผลตอบแทน	กระแส เงินสด	อัตรา คัด ลด 7 %	เงินปัจจุบัน ของผล ตอบ แทน	เงิน ปัจจุบัน ของเงิน ลงทุน	เงิน ปัจจุบัน	เงิน ปัจจุบัน สะสม
17	2,800	16,910.59	14,111	0.3166	5,353	886	4,467	103,125
18	2,800	16,910.59	14,111	0.2959	5,003	828	4,175	107,300
19	2,800	16,910.59	14,111	0.2765	4,676	774	3,902	111,201
20	2,800	16,910.59	14,111	0.2584	4,370	724	3,646	114,848
21	2,800	16,910.59	14,111	0.2415	4,084	676	3,408	118,256
22	2,800	16,910.59	14,111	0.2257	3,817	632	3,185	121,441
23	2,800	16,910.59	14,111	0.2109	3,567	591	2,977	124,417
24	2,800	16,910.59	14,111	0.1971	3,334	552	2,782	127,199
25	2,800	16,910.59	14,111	0.1842	3,116	516	2,600	129,799
รวม					197,069	67,270		

อัตราคิดลด 7% (ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2553)

Plant Factor 75 %

ราคาค่าไฟฟ้า 2.8599 บาทต่อหน่วย (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย)

$$NPV = 129,799 \text{ บาท}$$

$$B/C \text{ Ratio} = 2.93$$

$$IRR = 40.73 \%$$

$$PB = 2.29 \text{ ปี}$$

ตารางที่ 4.46 แสดงการหาต้นทุนปัจจุบันสุทธิของโครงการที่ Plant Factor เท่ากับ 90 %

ปี ที่	เงิน ลงทุน	ผลตอบแทน	กระแส เงินสด	อัตรา คิด ลด 7 %	เงินปัจจุบัน ของผล ตอบ แทน	เงิน ปัจจุบัน ของเงิน ลงทุน	เงิน ปัจจุบัน	เงิน ปัจจุบัน สะสม
0	34,640	0	-34,640	1.0000	0	34,640	-34,640	-34,640
1	2,800	20,292.71	17,493	0.9346	18,965	2,617	16,348	-18,292
2	2,800	20,292.71	17,493	0.8734	17,724	2,446	15,279	-3,013
3	2,800	20,292.71	17,493	0.8163	16,565	2,286	14,279	11,266
4	2,800	20,292.71	17,493	0.7629	15,481	2,136	13,345	24,612
5	2,800	20,292.71	17,493	0.7130	14,468	1,996	12,472	37,084
6	2,800	20,292.71	17,493	0.6663	13,522	1,866	11,656	48,740
7	2,800	20,292.71	17,493	0.6227	12,637	1,744	10,894	59,633
8	2,800	20,292.71	17,493	0.5820	11,811	1,630	10,181	69,814
9	2,800	20,292.71	17,493	0.5439	11,038	1,523	9,515	79,329
10	2,800	20,292.71	17,493	0.5083	10,316	1,423	8,892	88,221
11	2,800	20,292.71	17,493	0.4751	9,641	1,330	8,311	96,532
12	2,800	20,292.71	17,493	0.4440	9,010	1,243	7,767	104,299
13	2,800	20,292.71	17,493	0.4150	8,421	1,162	7,259	111,558
14	2,800	20,292.71	17,493	0.3878	7,870	1,086	6,784	118,342
15	2,800	20,292.71	17,493	0.3624	7,355	1,015	6,340	124,682
16	2,800	20,292.71	17,493	0.3387	6,874	948	5,925	130,607
17	2,800	20,292.71	17,493	0.3166	6,424	886	5,538	136,145
18	2,800	20,292.71	17,493	0.2959	6,004	828	5,175	141,321
19	2,800	20,292.71	17,493	0.2765	5,611	774	4,837	146,158
20	2,800	20,292.71	17,493	0.2584	5,244	724	4,520	150,678
21	2,800	20,292.71	17,493	0.2415	4,901	676	4,225	154,903
22	2,800	20,292.71	17,493	0.2257	4,580	632	3,948	158,851

ตารางที่ 4.46 (ต่อ)

ปี ที่	เงิน ลงทุน	ผลตอบแทน	กระแส เงินสด	อัตรา คิด ลด 7 %	เงินปัจจุบัน ของผล ตอบ แทน	เงิน ปัจจุบัน ของเงิน ลงทุน	เงิน ปัจจุบัน	เงิน ปัจจุบัน สะสม
23	2,800	20,292.71	17,493	0.2109	4,281	591	3,690	162,541
24	2,800	20,292.71	17,493	0.1971	4,001	552	3,449	165,990
25	2,800	20,292.71	17,493	0.1842	3,739	516	3,223	169,213
รวม					236,483	67,270		

อัตราคิดลด 7 % (ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2553)

Plant Factor 90 %

ราคาค่าไฟฟ้า 2.8599 บาทต่อหน่วย (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย)

NPV = 169,213 บาท

B/C Ratio = 3.52

IRR = 50.50 %

PB = 1.53 ปี

ดังนั้นสรุปค่าผลตอบแทนต่างๆ จะมีผลตามค่า Plant Factor แบบคาปลานเทอร์ไบน์ (Kaplan Turbine) ตามรายละเอียดต่อไปนี้

ที่ Plant Factor เท่ากับ 25 %

NPV = -1,580 บาท

B/C Ratio = 0.98

IRR = 6.49 %

PB = 17.95 ปี

ที่ Plant Factor เท่ากับ 50 %

NPV = 64,112 บาท

B/C Ratio = 1.95

IRR = 24.36 %

PB = 4.91 ปี

ที่ Plant Factor เท่ากับ 75 %

NPV = 129,799 บาท

B/C Ratio = 2.93

IRR = 40.73 %

PB = 2.29 ปี

ที่ Plant Factor เท่ากับ 90 %

NPV = 169,213 บาท

B/C Ratio = 3.52

IRR = 50.50 %

PB = 1.53 ปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved