บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

ในบทนี้จะนำเสนอเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ขั้นตอนการทดลอง วิธีการดำเนินการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ โดยจะทำการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ศึกษาแนวโน้มการลดลงของสมรรถนะแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด a-Si p-Si HIT และ μc-Si:H ในระยะยาวภายใต้สภาวะอากาศร้อนชื้นแบบประเทศไทย และศึกษาผลกระทบด้านเศรษฐศาสตร์จากการลดลงของสมรรถนะแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ส่งผลต่อโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดใหญ่ ซึ่งในการศึกษาในครั้งนี้ได้ตั้งสมมุติฐานการผลิตไฟฟ้าภายใต้สภาวะการใช้จริงงานจะต้องมีสมรรถนะ ระยะเวลาคืนทุน และอัตราผลตอบแทนภายในสูงกว่าการรับประกันกำลังไฟฟ้าไว้ เนื่องจากการรับประกันกำลังไฟฟ้าจะเป็นการรับประกันกำลังไฟฟ้าต่ำสุดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนั้นๆ มีรายละเอียดการศึกษาดังนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (PV modules) 4 ชนิด ได้แก่ ชนิด a-Si p-Si HIT และ μc-Si:H
2. ไพราโนมิเตอร์ (pyranometer) สำหรับวัดค่าความเข้มรังสีอาทิตย์
3. PV Analyzer สำหรับวิเคราะห์ค่ากระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า อุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุณหภูมิอากาศแวดล้อม และความเข้มรังสีอาทิตย์ เป็นต้น
4. เทอร์โมคอปเปิล (thermocouple) สำหรับวัดค่าอุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และอุณหภูมิอากาศแวดล้อม
5. โปรแกรม PVSYST 5.21 ซึ่งเป็นลิขสิทธิ์ของวิทยาลัยพลังงานทดแทน Customer ID: 30051902

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

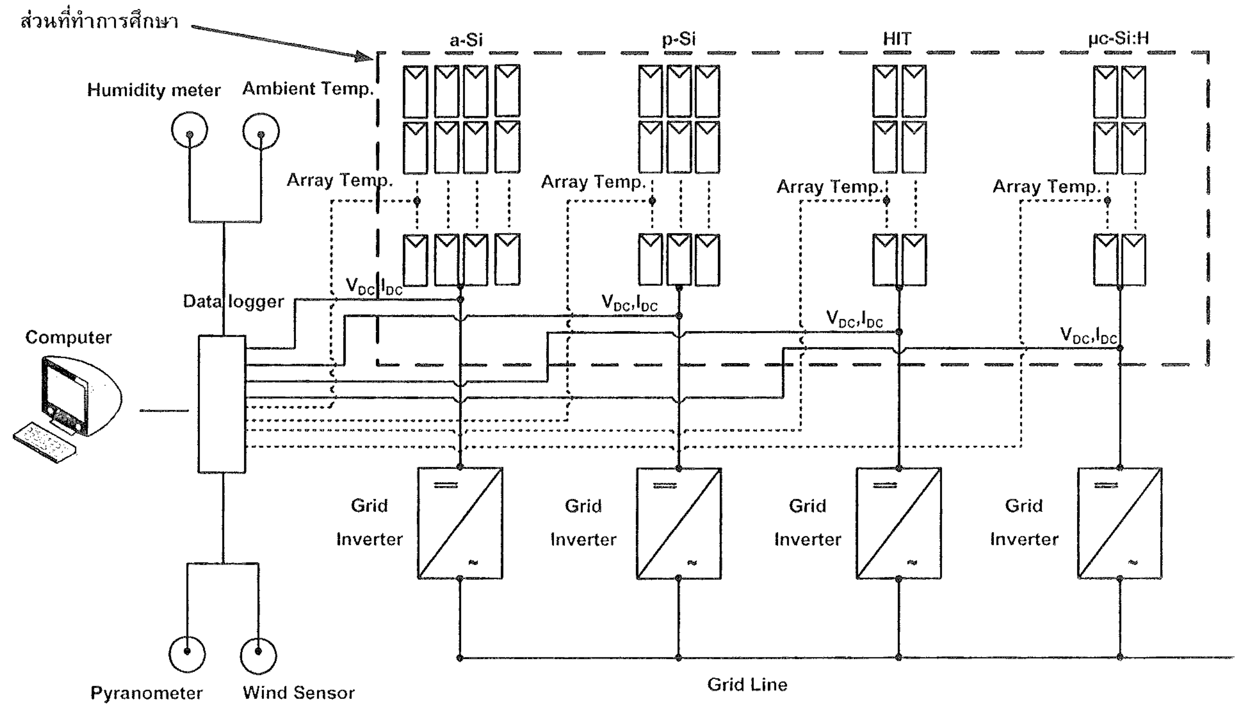
ตัวแปร	a-Si	p-Si	HIT	μc-Si:H
กำลังไฟฟ้าสูงสุด(W)	54	80	180	100
ค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด (V)	85	21.3	45.5	71.0
ค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจร (I)	1.14	5.16	5.49	2.25
ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุด (V)	62.0	17.1	36.5	53.5
ค่ากระแสฟ้าสูงสุด (I)	0.87	4.68	4.93	1.87
จำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์	68	45	16	10
ขนาด (mm.)	920x920x40	920x920x40	1443x812x35	1210 x1008 x40

หมายเหตุ:

สภาวะมาตรฐาน: Air mass 1.5, ความเข้มรังสีอาทิตย์ 1,000 W/m^2, อุณหภูมิเซลล์ 25 ^{0}C.

ตารางที่ 3.2 ตัวแปรที่ทำการตรวจวัดและบันทึกข้อมูลด้วยเครื่องบันทึกข้อมูลอัตโนมัติ

ลำดับที่	ตัวแปร	สัญลักษณ์
1	ความเข้มรังสีอาทิตย์	Gt
2	อุณหภูมิอากาศ	T_{am}
3	อุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์	T_a
4	แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง	V
5	กระแสไฟฟ้ากระแสตรง	I



รูปที่ 3.1 การบันทึกข้อมูลด้วยเครื่องบันทึกข้อมูลอัตโนมัติ

3.2 ขั้นตอนการทดลอง

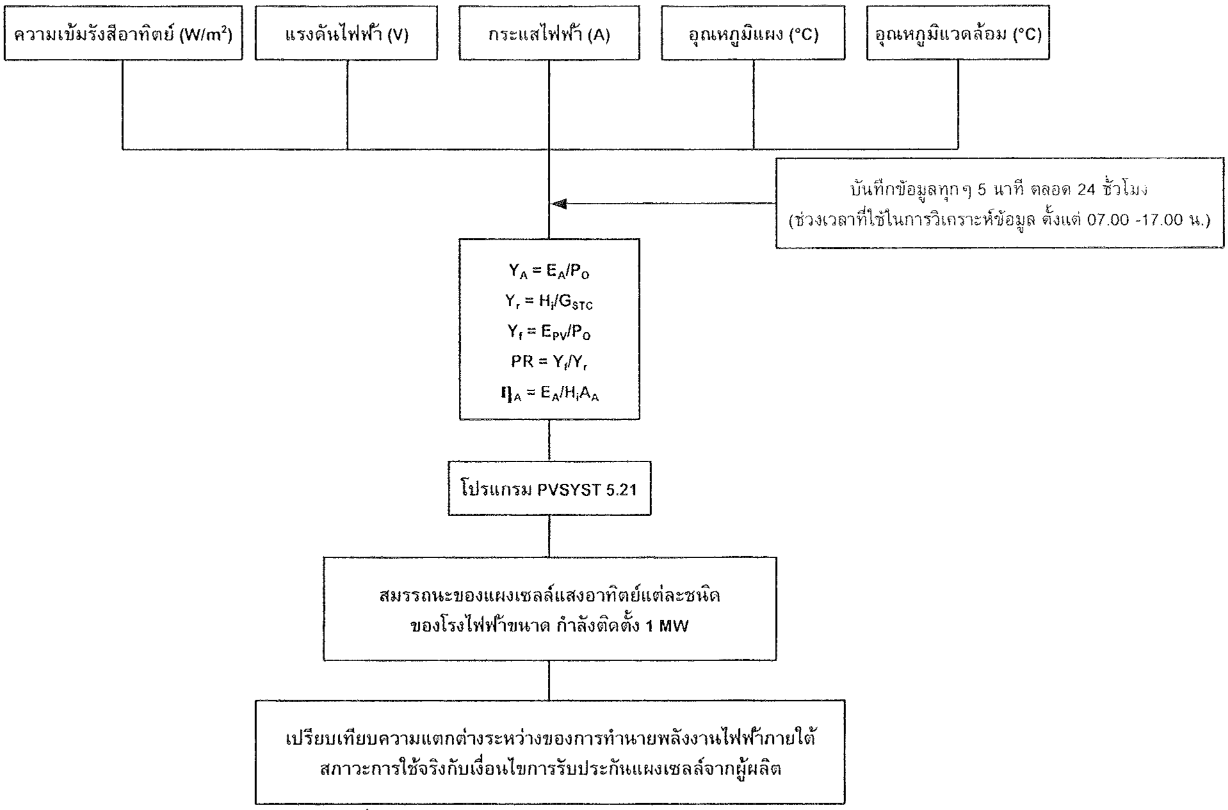
1) วัดค่าและบันทึกความเข้มรังสีอาทิตย์ (G_t)

2) วัดค่าและบันทึกอุณหภูมิแผงเซลล์ (T_a) และอุณหภูมิอากาศแวดล้อม (T_{am})

3) วัดค่าและบันทึกข้อมูลกระแสไฟฟ้า (I) และแรงดันไฟฟ้า (V) ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

4) บันทึกข้อมูลของตัวแปรทุกๆตัว ตลอด 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 6 ปี (ช่วงเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ตั้งแต่ 07.00 -17.00 น.)

5) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ตามสมการที่ 2.31 - 2.40



รูปที่ 3.2 กระบวนการทำการศึกษาทางด้านเทคนิค

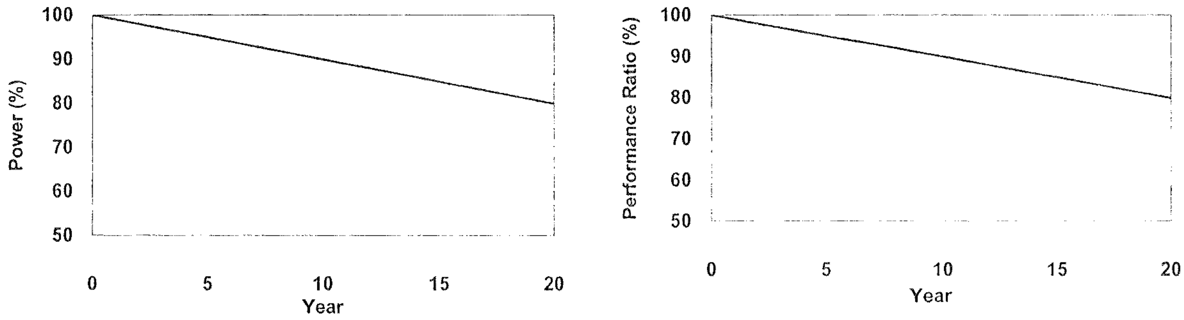
3.3 วิธีการดำเนินการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล

3.3.1 การศึกษาแนวโน้มการลดลงของสมรรถนะแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด a-Si p-Si HIT และ μc-Si:H ในระยะยาวภายใต้สภาวะอากาศร้อนชื้นแบบประเทศไทย แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

3.3.1.1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพและสมรรถนะแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 4 ชนิด โดยทำการเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตได้ (Y_A) และสมรรถนะแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (PR_A) แต่ละชนิด เพื่อให้ทราบว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดใดมีประสิทธิภาพและสมรรถนะสูงที่สุด ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาจะใช้ข้อมูลของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ภายใต้โครงการสวนพลังงานของวิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร ตั้งแต่ปี 2548 จนถึงปี 2553 เป็นระยะเวลา 6 ปี จากนั้นทำการศึกษาแนวโน้มการลดลงของสมรรถนะแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด a-Si p-Si HIT และ μc-Si:H ในระยะยาวภายใต้สภาวะอากาศร้อนชื้นแบบประเทศไทย การวิเคราะห์สมรรถนะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนแรก วิเคราะห์ข้อมูลแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด a-Si p-Si และHIT ตั้งแต่ปี 2548 - 2553 แต่ในการวิเคราะห์ข้อมูลสมรรถนะแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะไม่นำสมรรถนะของปี 2548 มาพิจารณา เนื่องจากยังอยู่ในช่วงยังไม่เสถียร (Stabilization) และส่วนที่สอง วิเคราะห์สมรรถนะแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด μc-Si:H ตั้งแต่ปี 2552 - 2553 แต่ในการวิเคราะห์ข้อมูลสมรรถนะแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะไม่นำสมรรถนะของปี 2552 มาพิจารณา ซึ่งเป็นเหตุผลเดียวกันส่วนแรก

3.3.1.2 การศึกษาโรงไฟฟ้าที่มีขนาด เท่ากับ 1 MW โดยใช้โปรแกรม PVSTST V 5.21 ทำการทำนายพลังงานไฟฟ้าจากสภาวะเดียวกันทั้งขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าที่ติดตั้งในระบบ และตัวแปรต่างๆ ดังตารางที่ 3.3 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างพลังงานไฟฟ้า

ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในสภาวะการใช้จริงกับเงื่อนไขการรับประกันแผงเซลล์จากผู้ผลิต ว่าเป็นอย่างไร เนื่องจากการรับประกันเป็นการรับประกันกำลังไฟฟ้าในช่วงอายุการใช้งาน 20 - 25 ปี แผงเซลล์แสงอาทิตย์จะมีกำลังไฟฟ้าลดลงไม่เกิน 80 % ของกำลังไฟฟ้าสูงสุด ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษาในข้อที่ 3.3.1.1 เป็นแนวโน้มการลดลงของสมรรถนะของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จึงต้องมีเปลี่ยนแนวโน้มการลดลงสมรรถนะแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้อยู่ในรูปของแนวโน้มการลดลงของกำลังไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยใช้สมการที่ 2.40 โดยในงานวิจัยนี้จะไม่พิจารณาผลกระทบที่เกิดขึ้นจากสิ่งแวดล้อม การสูญเสียในสายไฟฟ้าจากการเชื่อมต่อระหว่างแผงเซลล์แสงอาทิตย์และในระบบ เนื่องจากผลที่การจากการวิเคราะห์สมรรถนะเป็นผลของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งอยู่ภายในระบบที่ใช้งานอยู่ แต่เงื่อนไขการรับประกันของผู้ผลิตเป็นการรับประกันกำลังไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพียงเดียว จากรูปที่ 3.3 (ก.) แสดงแนวโน้มการลดลงของกำลังไฟฟ้าที่รับประกันจากผู้ผลิต และจากรูปที่ 3.3 (ข.) เป็นผลของการปรับค่าแนวโน้มการลดลงของสมรรถนะแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้อยู่ในรูปของแนวโน้มการลดลงของกำลังไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์



(ก.) (ข.)

รูปที่ 3.3 ผลการเปลี่ยนแนวโน้มการลดลงสมรรถนะแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้อยู่ในรูปของแนวโน้มการลดลงของกำลังไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ซึ่งจะเห็นได้ว่า แนวโน้มการลดลงของทั้ง 2 กรณีมีแนวโน้มเดียวกัน ดังนั้นในการวิเคราะห์จึงนำแนวโน้มการลดลงของสมรรถนะแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาเปรียบเทียบแทนแนวโน้มการลดลงของกำลังไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ตารางที่ 3.3 ข้อมูลตัวแปรที่ใช้ในการทำนายค่าพลังงานไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าที่ทำการศึกษา

<table>
<tr><th>ลำดับ</th><th>ชนิดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์</th><th>เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า</th><th>ขนาดกำลังไฟฟ้า</th><th>การสูญเสียในสายไฟฟ้า</th><th>ผลกระทบจากฝุ่น</th></tr>
<tr><td>1</td><td>a-Si</td><td rowspan="4">250 kW</td><td rowspan="4">1 MWp</td><td rowspan="4">1.5 %</td><td rowspan="4">1.5 %</td></tr>
<tr><td>2</td><td>p-Si</td></tr>
<tr><td>3</td><td>HIT</td></tr>
<tr><td>4</td><td>μc-Si:H</td></tr>
</table>

3.3.2 การศึกษาผลกระทบด้านเศรษฐศาสตร์จากการลดลงของสมรรถนะแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ส่งผลต่อโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดใหญ่

การศึกษาผลกระทบด้านเศรษฐศาสตร์จากการลดลงของสมรรถนะแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ส่งผลต่อโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดใหญ่ จะทำการศึกษาต่อเนื่องจากการวิเคราะห์แนวโน้มการลดลงของสมรรถนะแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยจะทำการเปรียบเทียบทางด้านเศรษฐศาสตร์ระหว่างผลกระทบที่เกิดจากสภาวะการใช้งานจริงกับการรับประกันกำลังไฟฟ้าจากผู้ผลิตในแผงแต่ละชนิด การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ คณะผู้วิจัยมุ่งเน้นทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของทั้ง 2 กรณี เพื่อให้เห็นถึงความแตกต่างของทั้ง 2 กรณี โดยพิจารณาจากระยะเวลาคืนทุน (payback period) และอัตราผลตอบแทนภายใน (Internal rate of return) ตามสมการที่ 2.41 - 2.47 โดยมีเงื่อนไขที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการลดลงของสมรรถนะของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.อัตราแลกเปลี่ยนถัวเฉลี่ยที่ธนาคารพาณิชย์ใช้ซื้อขายกับลูกค้า ณ วันที่ 8 พ.ย. 54 [34]

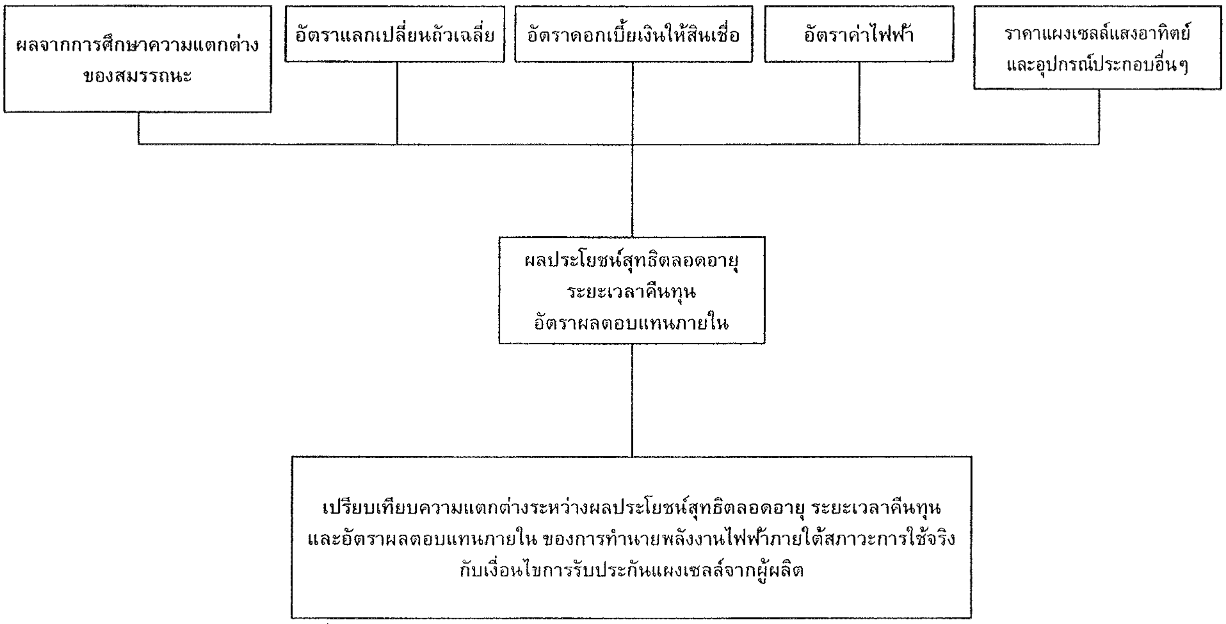
ประเทศ	สกุลเงิน	อัตราซื้อถัวเฉลี่ย		อัตราขายถัวเฉลี่ย
		ตั๋วเงิน	เงินโอน	
สหรัฐอเมริกา	USD	30.4567	30.5553	30.8333

2. อัตราดอกเบี้ยเงินให้สินเชื่อ ของธนาคารพาณิชย์ ณ วันที่ 8 พ.ย. 54 [35] ในงานวิจัยนี้จะใช้อัตรากดอกเบี้ยเงินให้สินเชื่อเฉลี่ยทุกธนาคาร เท่ากับ 7.7 %

ธนาคาร	MOR	MLR	MRR	สูงสุด*	ผิดนัด*	บัตรเครดิต
กรุงเทพ	7.5000	7.2500	8.0000	16.0000	18.0000	20.0000
กรุงไทย	7.5000	7.2500	8.0000	18.0000	20.0000	-
กสิกรไทย	7.6000	7.2500	8.1000	23.1000	25.1000	20.0000
ไทยพาณิชย์	7.5500	7.2500	8.1000	20.1000	23.1000	20.0000
กรุงศรีอยุธยา	7.8750	7.6250	8.4500	21.0000	28.0000	-
ทหารไทย	8.0250	7.6250	8.4000	28.0000	28.0000	20.0000
นครหลวงไทย	7.9000	7.6250	8.3500	25.0000	28.0000	20.0000
ยูโอบี	8.3750	7.8750	8.6250	28.0000	28.0000	20.0000
ซีไอเอ็มบี ไทย	8.0000	7.7500	8.3500	28.0000	28.0000	-
สแตนดาร์ดชาร์เตอร์ด (ไทย)	8.5000	8.2500	12.2500	35.0000	35.0000	20.0000
ธนชาต	7.9000	7.6250	8.3500	15.8500	18.0000	15.0000
ทิสโก้	8.0000	7.6250	8.5000	28.0000	28.0000	-
เมกะ สากลพาณิชย์	8.7500	8.0000	8.7500	12.0000	15.0000	-
เกียรตินาคิน	8.0500	7.7500	8.6000	28.0000	28.0000	-
แลนด์ แอนด์ เฮ้าส์ เพื่อรายย่อย	7.8750	7.3750	8.1250	18.0000	21.0000	-
ไอซีบีซี (ไทย)	8.1250	7.8750	8.3750	21.0000	21.0000	-
ไทยเครดิตเพื่อรายย่อย	9.1500	8.9500	9.2000	35.0000	35.0000	-
เฉลี่ยของธนาคารพาณิชย์จดทะเบียนในประเทศ	8.0397	7.7029	8.6191	23.5324	25.1294	19.3750

3. อัตราค่าไฟฟ้า [36] ในงานวิจัยนี้จะใช้อัตราค่าไฟฟ้า เท่ากับ 3.77 % และ adder เท่ากับ 6.50 บาท ระยะเวลา 10 ปี

4. ราคาแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ [37] ในงานวิจัยนี้การลงทุนติดตั้งโรงไฟฟ้าจะใช้ราคารวมทั้งหมดของอุปกรณ์ในโรงไฟฟ้า



รูปที่ 3.4 กระบวนการทำการศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์