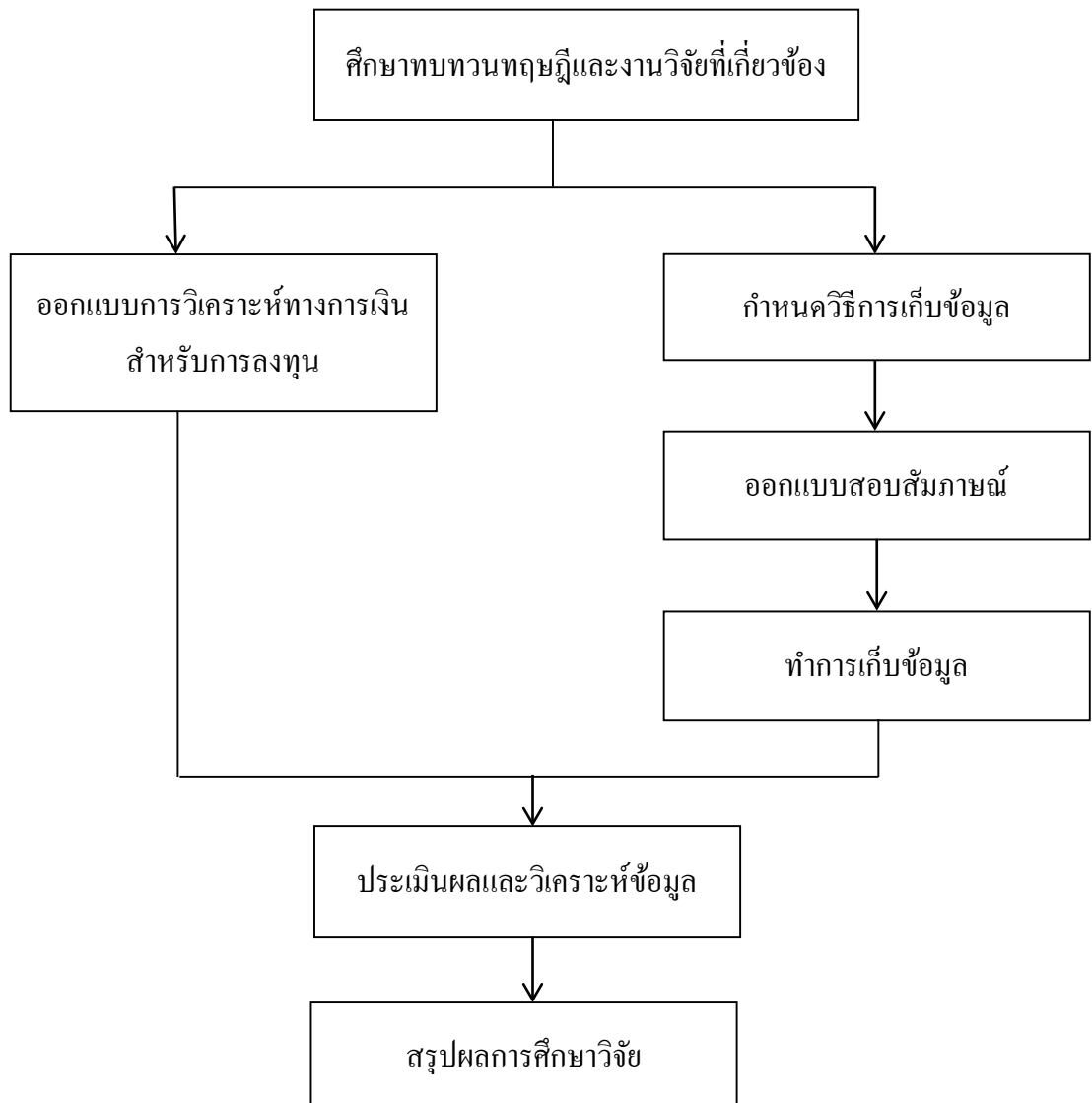


บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยนี้ได้ศึกษาถึงต้นแบบการลงทุนและมาตรการส่งเสริมในการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาอาคารในระดับชุมชน โดยบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการศึกษาวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูล และการสรุปผลการวิจัย

3.1 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

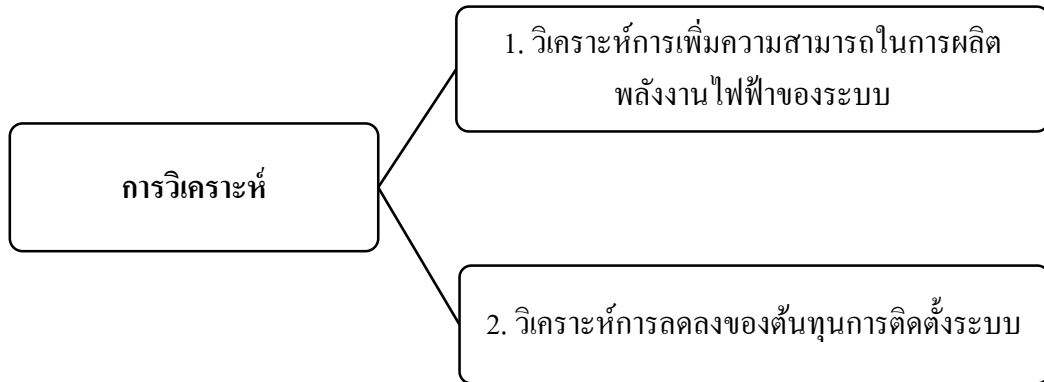
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัยนี้ ผู้ทำการศึกษาเลือกใช้ การค้นคว้าจากเอกสาร หนังสือ บทความวารสาร เว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง และสัมภาษณ์กับบุคคล และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลและนำมาสร้างต้นแบบการวิเคราะห์ทางการเงิน เพื่อทำการศึกษถึงความเป็นไปได้ของต้นแบบธุรกิจการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ติดตั้งบนหลังคาอาคารในระดับชุมชน ซึ่งมีรูปแบบการรวบรวมข้อมูลเพื่อมาทำการวิเคราะห์ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย แบ่งได้เป็น 6 แนวทางดังนี้

3.2.1 การวิเคราะห์ทางการเงิน

สร้างแบบจำลองทางการเงินเพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ถึงความเป็นไปได้ของการลงทุน โดยใช้เครื่องมือดังต่อไปนี้วิเคราะห์ทางการเงินเพื่อนำไปตัดสินใจทางการลงทุน

- 1) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ เป็นการหามูลค่าปัจจุบัน โครงการสุทธิจากโครงการลงทุน เพื่อการตัดสินใจของผู้ลงทุน และการกำหนดมาตรการส่งเสริมภาครัฐที่เหมาะสม
- 2) ผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน เป็นการหาผลประโยชน์ต่อเงินทุนว่าโครงการ เพื่อการตัดสินใจของผู้ลงทุน และการกำหนดมาตรการส่งเสริมภาครัฐที่เหมาะสม
- 3) อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ เป็นการหาอัตราผลตอบแทนของโครงการ เพื่อการตัดสินใจของผู้ลงทุน และการกำหนดมาตรการส่งเสริมภาครัฐที่เหมาะสม
- 4) ระยะเวลาคืนทุนแบบปรับค่าของเวลา เป็นการหาระยะเวลาคืนทุนโครงการเพื่อการตัดสินใจของผู้ลงทุน และการกำหนดมาตรการส่งเสริมภาครัฐที่เหมาะสม
- 5) ต้นทุนพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วย เป็นการหาต้นทุนพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยเฉลี่ยทั้งโครงการเพื่อการตัดสินใจของผู้ลงทุน และการกำหนดมาตรการส่งเสริมภาครัฐที่เหมาะสม
- 6) ความอ่อนไหวทางการเงินในการลงทุนโครงการ เป็นการหาความอ่อนไหวทางการเงินในการลงทุนโครงการ เพื่อการตัดสินใจของผู้ลงทุน และการกำหนดมาตรการส่งเสริมภาครัฐที่เหมาะสม

3.2.2 การวิเคราะห์การเพิ่มความสามารถในการผลิตพลังงานไฟฟ้าของระบบและการลดลงของต้นทุนการติดตั้งระบบ

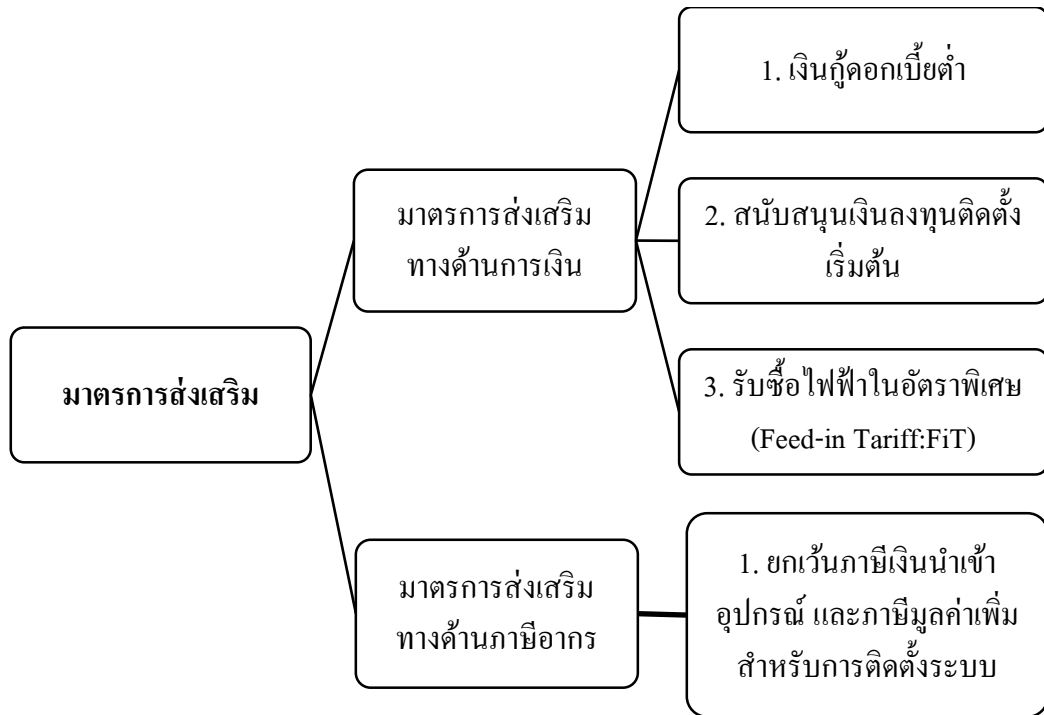


รูปที่ 3.2 การวิเคราะห์การเพิ่มความสามารถในการผลิตพลังงานไฟฟ้าของระบบ และการลดลงของต้นทุนการติดตั้งระบบ

จากรูปที่ 3.2 แสดงการวิเคราะห์ทางด้านการเพิ่มการผลิตพลังงานไฟฟ้าของระบบ และการลดลงของต้นทุนการติดตั้งระบบ การวิเคราะห์ในงานวิจัยมีดังนี้

- 1) วิเคราะห์ทางด้านการเพิ่มความสามารถในการผลิตพลังงานไฟฟ้าของระบบ โดยกำหนดให้ต้นทุนติดตั้งระบบคงที่ และทำการเพิ่มการผลิตไฟฟ้าด้วยระบบเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อหาความสามารถในการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่เหมาะสมในการส่งเสริมให้เกิดการลงทุน
- 2) วิเคราะห์ทางการลดลงของต้นทุนระบบ โดยการกำหนดให้ความสามารถในการผลิตพลังงานไฟฟ้าของระบบคงที่ และทำการลดค่าของต้นทุนการติดตั้งระบบเพื่อหาต้นทุนที่เหมาะสมในการส่งเสริมให้เกิดการลงทุน
- 3) วิเคราะห์การเพิ่มความสามารถในการผลิตพลังงานไฟฟ้าของระบบ เปรียบเทียบกับการลดลงของต้นทุนระบบ เพื่อหาความเหมาะสมในการส่งเสริมให้เกิดการลงทุน

3.2.3 การวิเคราะห์ทางด้านมาตรการส่งเสริมภาครัฐ



รูปที่ 3.3 มาตรการที่ทำการวิเคราะห์

จากรูปที่ 3.3 แสดงมาตรการส่งเสริมการวิเคราะห์ในงานวิจัยมีดังนี้

1) มาตรการส่งเสริมทางการเงิน

- (1) เงินอุดหนุนเบี้ยต่ำ โดยกำหนดให้ภาครัฐมีมาตรการให้ธนาคารปล่อยสินเชื่อดอกเบี้ยต่ำให้ผู้ลงทุน
- (2) สนับสนุนเงินลงทุนติดตั้งระบบเริ่มต้น โดยกำหนดให้ภาครัฐช่วยเหลือเงินลงทุนติดตั้งเริ่มต้นระบบแบบให้เปล่า ในอัตรา บาทต่อ Wp ติดตั้งระบบ
- (3) รับซื้อไฟฟ้าในอัตราพิเศษ (Feed-in Tariff) โดยกำหนดให้ภาครัฐรับซื้อไฟฟ้าในอัตราพิเศษจากผู้ลงทุน

2) มาตรการส่งเสริมทางด้านภาษี

- (1) ยกเว้นภาษีอากรขาเข้าอุปกรณ์แผงเซลล์แสงอาทิตย์ และอินเวอร์เตอร์ 10% และได้รับการยกเว้นมูลค่าเพิ่มการติดตั้งระบบ 7%

3.2.4 ข้อมูลและสมมุติฐานในการวิเคราะห์

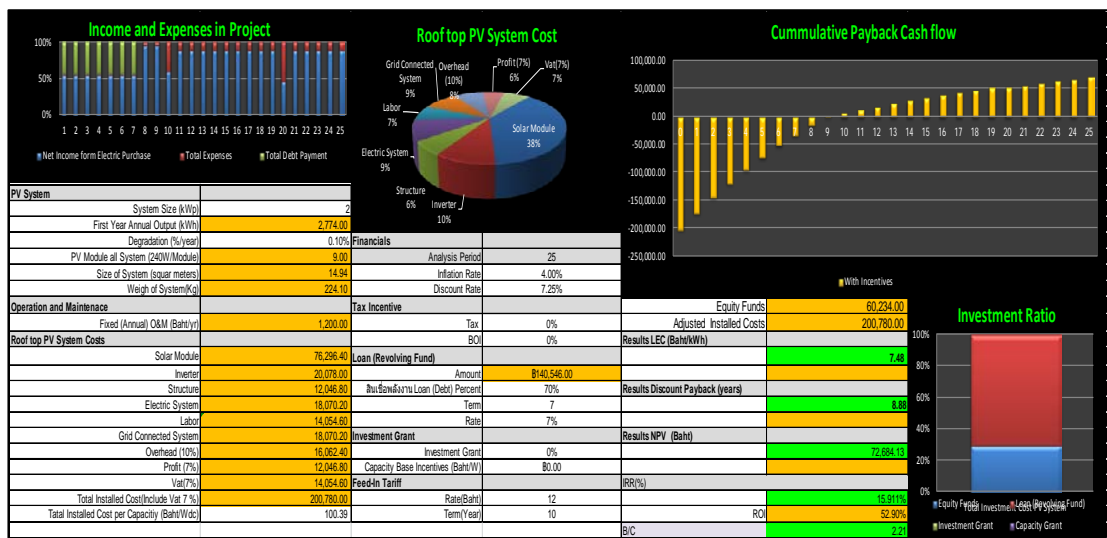
จากการศึกษาครั้งนี้ ได้เก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อมาทำการวิเคราะห์ โดยมีข้อสมมุติฐานในการคำนวณ ดังนี้

- 1) ข้อมูลจากผู้ประกอบการ และงานวิจัย
 - (1) ความสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าของระบบ 3.8 kWh/kWp/day [1]
 - (2) น้ำหนักของแผงเซลล์กับโครงสร้าง 15 kg ต่อ ตารางเมตร [1]
 - (3) ขนาดของพื้นที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อแผง 1.66 ตารางเมตร [1]
 - (4) ต้นทุน การติดตั้งระบบ 100.39 บาท/W (อ้างอิงจากราคาประเมินจากผู้ประกอบการ ภาคผนวก ง.)
 - (5) อัตราค่าไฟฟ้าประเภทอยู่อาศัยของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) 3.74 บาท/kWh [27]
 - (6) อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ธนาคาร MLR เท่ากับ 7 % ต่อปีเป็นระยะ 7 ปี (อ้างอิงจากสินเชื่อรายกัษณ์อนุรักษ์พลังงาน จากธนาคารกรุงไทย ณ เดือน พฤศจิกายน 2555 ภาคผนวก จ.)
 - (7) อัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำเฉลี่ยสูงสุด ณ พ.ศ. 2556 ของธนาคารพาณิชย์เท่ากับ 3.25% ต่อปี [26]
 - (8) แนวโน้มการเพิ่มความสามารถในการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ 0.5% ต่อปี [29]
 - (9) แนวโน้มการเพิ่มความสามารถในการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ 0.5% ต่อปี [29]
 - (10) แนวโน้มข้อมูลอัตราไฟฟ้าตั้งแต่ปี พ.ศ.2549-พ.ศ.2554 สูงขึ้นเฉลี่ย 0.88 บาท/kWh [28]
 - (11) แนวโน้มของต้นทุนติดตั้งระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ลดลงเฉลี่ย 7% ต่อปี [4]
- 2) สมมุติฐาน
 - (1) ระยะเวลาโครงการ 25 ปี
 - (2) ขนาดระบบ 2 kWp สำหรับบ้านในระดับชุมชน ครึ่งเรือน
 - (3) อัตราเงินเฟ้อ 4 %
 - (4) ค่าดำเนินการจากการไฟฟ้า หัก ณ ที่จ่าย 1 %
 - (5) ค่าบำรุงรักษาต่อปี 600 บาท/kWp/ปี และเพิ่มขึ้นในแต่ละปีตามอัตราเงินเฟ้อ
 - (6) ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของระบบลดลง 0.1 % ต่อปี
 - (7) รายได้จากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) หรือการไฟฟ้านครหลวง(กฟน.) ปีแรก 3.50 บาท/kWh และเพิ่มขึ้นในแต่ละปีตามอัตราเงินเฟ้อ
 - (8) อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ธนาคารดอกเบี้ยต่ำ 4% ต่อปี เป็นระยะ 7 ปี

- (9) ลงทุนด้วยตัวเองใช้อัตราคิดลด (Discount Rate) 3.25% ต่อปี (จาก อัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ ของธนาคารแห่งชาติ พ.ศ.2556)
- (10) กู้เงินผ่านธนาคาร 70% อัตราดอกเบี้ยปกติ ใช้อัตราคิดลด (Discount Rate) 7% ต่อปี
- (11) กู้เงินผ่านธนาคาร 70% และได้รับสนับสนุนเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำใช้อัตราคิดลด (Discount Rate) 4% ต่อปี
- (12) ผู้ลงทุนต้องการอัตราผลตอบแทนภายในขั้นต่ำ 9% ขึ้นไป และระยะเวลาคืนทุนไม่เกิน 10 ปี

3.2.5 โปรแกรมในการวิเคราะห์และการคำนวณทางการเงิน

จากงานวิจัยนี้ ผู้ศึกษาได้ทำการสร้างโปรแกรมจำลองในการคำนวณทางการเงิน เพื่อนำมาใช้สรุปการลงทุนสำหรับการลงทุนการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ติดตั้งบนหลังคาอาคารในระดับชุมชน โดยมีรูปแบบหน้าต่างโปรแกรมดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 โปรแกรมในการวิเคราะห์และการคำนวณทางการเงิน

ส่วนประกอบที่สำคัญของโปรแกรมในการคำนวณมีดังนี้

- 1) ส่วนนำข้อมูลเข้า
 - (1) ระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ (PV System)
 - (2) ค่าดำเนินการและบำรุงรักษา (Operation and Maintenance)
 - (3) รายการต้นทุนของระบบ (Roof top PV System Costs)
 - (4) ค่าทางการเงิน (Financials)

- (5) ภาษี (Tax Incentive)
- (6) การกู้เงินธนาคาร (Loan)
- (7) การช่วยเหลือทางการเงินแบบให้เปล่า (Investment Grant)
- (8) การรับซื้อไฟฟ้าในอัตราพิเศษ (Feed-In Tariff)

ดังแสดงในรูปที่ 3.5

PV System		Structure	
System Size (kWp)	2	6%	Inverter /
First Year Annual Output (kWh)	2,774.00	10%	
Degradation (%/year)	0.10%	Financials	
PV Module all System (240W/Module)	9.00	Analysis Period	25
Size of System (squameters)	14.94	Inflation Rate	4.00%
Weigh of System(Kg)	224.10	Discount Rate	7.25%
Operation and Maintenance		Tax Incentive	
Fixed (Annual) O&M (Baht/yr)	1,200.00	Tax	0%
Roof top PV System Costs		BOI	0%
Solar Module	76,296.40	Loan (Revolving Fund)	
Inverter	20,078.00	Amount	฿140,546.00
Structure	12,046.80	สินเชื่อพลังงาน Loan (Debt) Percent	70%
Electric System	18,070.20	Term	7
Labor	14,054.60	Rate	7%
Grid Connected System	18,070.20	Investment Grant	
Overhead (10%)	16,062.40	Investment Grant	0%
Profit (7%)	12,046.80	Capacity Base Incentives (Baht/W)	฿0.00
Vat(7%)	14,054.60	Feed-In Tariff	
Total Installed Cost(Include Vat 7 %)	200,780.00	Rate(Baht)	12
Total Installed Cost per Capacity (Baht/Wdc)	100.39	Term(Year)	10

รูปที่ 3.5 ส่วนนำเข้าข้อมูลของโปรแกรม

2) ส่วนการคำนวณ

- (1) การคำนวณรายรับ (Income)
- (2) การคำนวณค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ (Operating Expense)
- (3) การคำนวณทางการเงิน (Finacing)
- (4) การคำนวณทางภาษี (Tax)
- (5) การคำนวณเวลาคืนทุน (Payback-expense include)

ดังแสดงในรูปที่ 3.6

Year	0	1	2	3	4	5
Income						
Electric Output (kWh)	-	2,774.00	2,771.23	2,768.45	2,765.69	2,762.92
Electricity Purchase Price (Baht/kWh)	-	3.50	3.64	3.79	3.94	4.09
Revenue From Electricity Sales	-	9,709.00	10,087.26	10,480.26	10,888.57	11,312.79
ค่าธรรมเนียมการไฟฟ้า 1 %	-	97.09	100.87	104.80	108.89	113.13
Net Income from Electric Purchase	-	9,611.91	9,986.39	10,375.46	10,779.69	11,199.66
Operating Expenses						
Fixed (Annual) O & M Expense(Baht/yr)	-	1,200.00	1,248.00	1,297.92	1,349.84	1,403.83
Replace Inverter	-	-	-	-	-	-
Total Expenses	-	1,200.00	1,248.00	1,297.92	1,349.84	1,403.83
Financing						
Debt Funds	-					
Equity Funds	200,780.00					
Total Capital Investment	200,780.00					
Debt Interest Payment	-	-	-	-	-	-
Debt Repayment	-	-	-	-	-	-
Total Debt Payment	-	-	-	-	-	-
Tax	-	-	-	-	-	-
After Tax Net Equity Cost Flow	- 200,780.00	- 1,200.00	- 1,248.00	- 1,297.92	- 1,349.84	- 1,403.83
After Tax Cash Flow	- 200,780.00	8,411.91	8,738.39	9,077.54	9,429.85	9,795.83
Payback - expenses included						
Discount Factor	1.00	0.97	0.94	0.91	0.88	0.85
payback cash flow (including expenses)	- 200,780.00	8,147.13	8,196.93	8,247.04	8,297.45	8,348.17
cummulative payback cash flow (including expenses)	- 200,780.00	- 192,632.87	- 184,435.94	- 176,188.90	- 167,891.45	- 159,543.29
Payback Fraction		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

รูปที่ 3.6 ส่วนการคำนวณของโปรแกรม

3) ส่วนแสดงผล

- (1) ผลต้นทุนไฟฟ้าต่อหน่วย (Result LEC)
- (2) ผลระยะเวลาคืนทุน (Result Disconut Payback)
- (3) ผลมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Result NPV)
- (4) ผลอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)
- (5) ผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน (B/C)

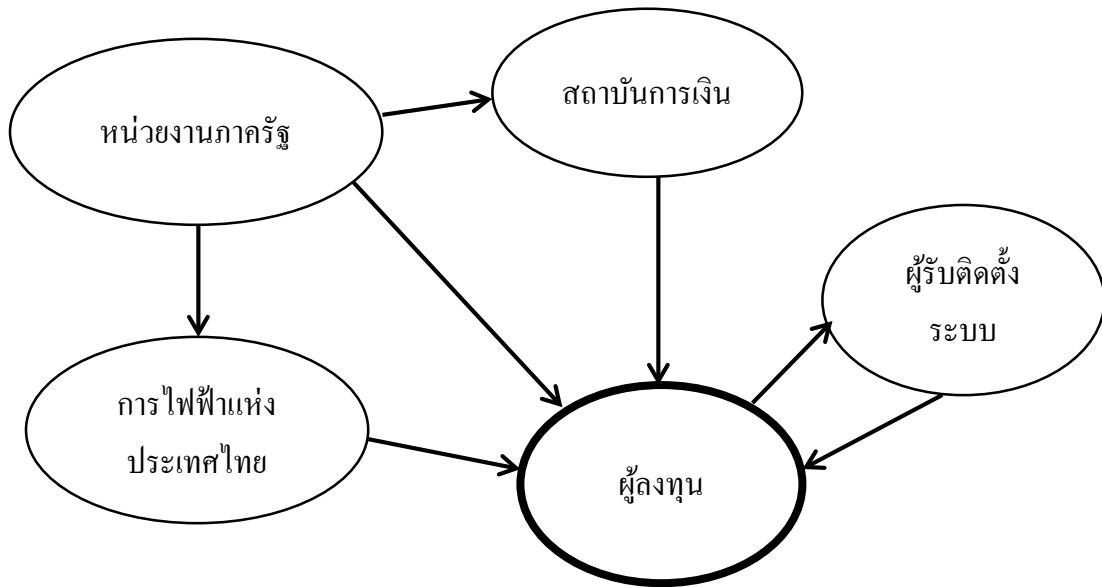
ดังแสดงในรูปที่ 3.7

Results LEC (Baht/kWh)	7.48
Results Discount Payback (years)	8.88
Results NPV (Baht)	72,684.13
IRR(%)	15.911%
B/C	2.21

รูปที่ 3.7 ส่วนแสดงผลของโปรแกรม

3.2.6 การวิเคราะห์ทางด้านปัญหาและอุปสรรคทางการลงทุน

การวิเคราะห์ใช้เครื่องมือการสัมภาษณ์เชิงลึกกับบุคคล และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาสรุปโดยใช้เครื่องมือ SWOT ในการวิเคราะห์ โดยมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในงานวิจัยดังแสดงในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย

จากรูปที่ 3.8 แสดงหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

1) หน่วยงานภาครัฐ หน่วยงานกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน เป็นการตั้งแบบสัมภาษณ์เชิงนโยบายโดยสัมภาษณ์ตามนโยบาย แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก 25% ใน 10 ปี (พ.ศ.2555-2564)

2) การไฟฟ้าแห่งประเทศไทย สัมภาษณ์ในเรื่องการสนับสนุนทางด้านเทคนิคต่าง ๆ และระบบสายส่ง ที่ใช้สนับสนุนการรับซื้อไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาอาคารในระดับชุมชน

3) สถาบันการเงินสัมภาษณ์ในเรื่องนโยบายการปล่อยสินเชื่อต่าง ๆ ให้กับเอกชนและผู้สนใจในการขอสินเชื่อเพื่อมาลงทุนในการติดตั้งระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนอาคารในระดับชุมชน

4) ผู้รับผิดชอบระบบ สัมภาษณ์ในเรื่องข้อมูลทางด้านเทคนิคในการรับผิดชอบระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบที่ติดตั้งบนอาคารในระดับชุมชน

5) ผู้ลงทุน สัมภาษณ์ในเรื่องการลงทุน การใช้งานของระบบที่ดำเนินมาแล้ว ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่ผ่านมาในการดำเนินผลิตไฟฟ้าและขายกลับคืนสู่การไฟฟ้า

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อทำการรวบรวมข้อมูล และคัดแยกข้อมูลเป็นที่เรียบร้อยแล้วนำข้อมูล แบบจำลองทางการเงินและแบบสอบถามทั้งหมดมาประมวลผล วิเคราะห์ข้อมูล และหาความอ่อนไหวทางการลงทุน เพื่อสรุปผลและนำเสนอผลงานวิจัยนี้

3.4 สรุปผลการวิจัย

นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ มาสรุปผล พร้อมระบุข้อเสนอนะ