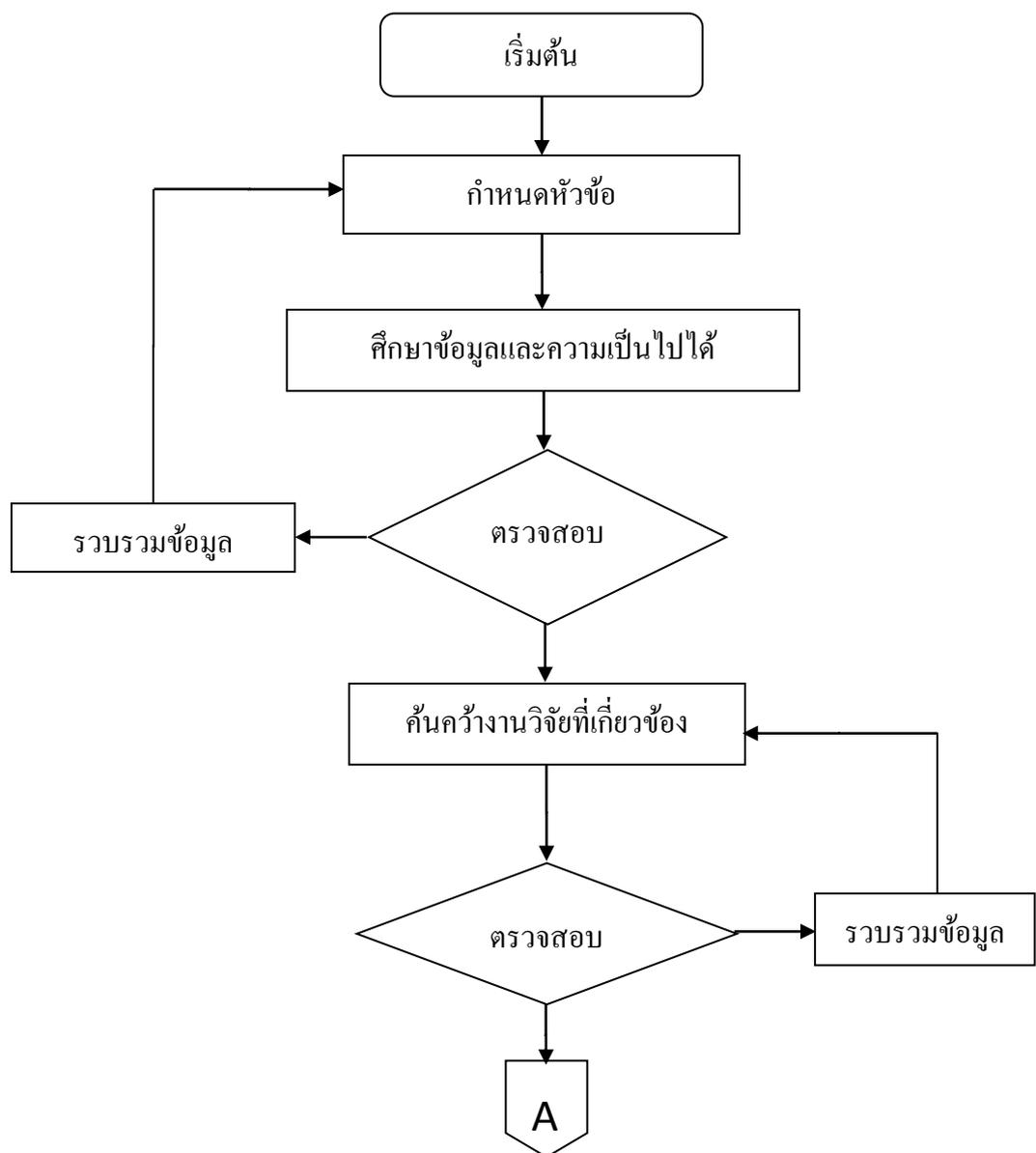


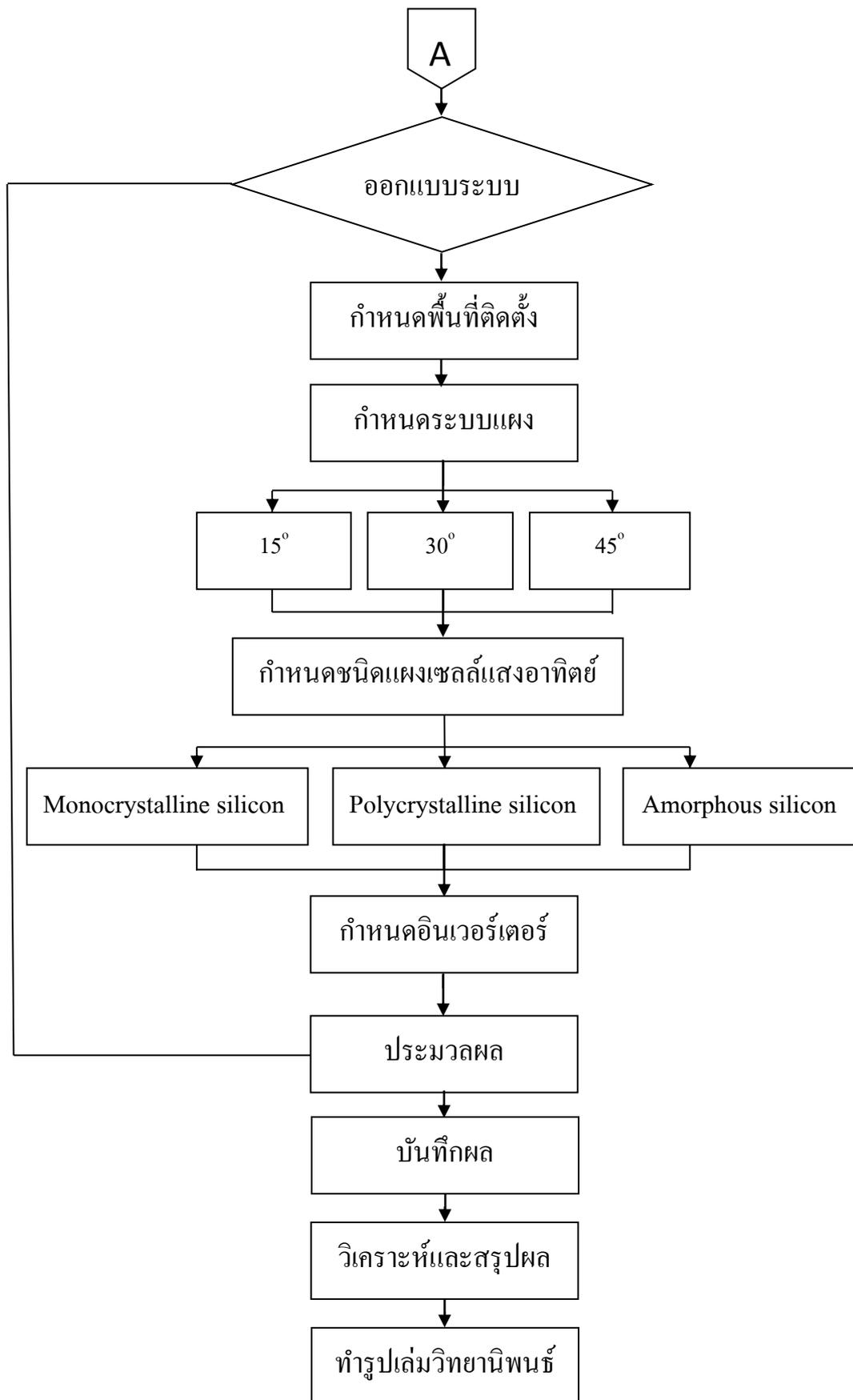
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาเพื่อหาประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า จากการจำลองเพื่อออกแบบระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยเซลล์แสงอาทิตย์ให้เหมาะสมสำหรับบ้านพักอาศัยที่ใช้กำลังไฟฟ้า 4.6 กิโลวัตต์ โดยสามารถแสดงขั้นตอนและวิธีการดำเนินการดังรูปที่ 3.1

3.1 ขั้นตอนดำเนินการศึกษาวิจัย



รูปที่ 3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงาน

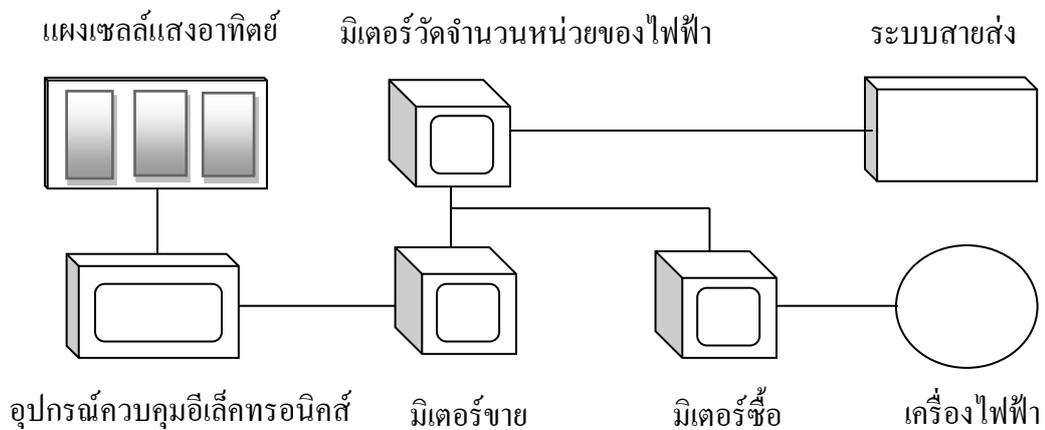


รูปที่ 3.1(ต่อ) แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.2 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

ในการจำลองระบบขั้นตอนแรกของการดำเนินการสร้าง คือ การศึกษาข้อมูลเพื่อเป็นประโยชน์ในการออกแบบจำลอง โดยมีข้อมูลเบื้องต้นที่จะศึกษาดังนี้

โครงสร้างของระบบเซลล์แสงอาทิตย์



รูปที่ 3.2 โครงสร้างของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ในการเขียนแบบจำลอง

จากรูปที่ 3.2 ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย (PV grid connected system) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่ถูกออกแบบสำหรับผลิตไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับเข้าสู่ระบบจำหน่ายไฟฟ้า National grid โดยตรง มีหลักการทำงานแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ในช่วงเวลากลางวันแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้รับแสงแดดทำให้สามารถผลิตไฟฟ้าจ่ายให้แก่โหลดได้โดยตรง โดยผ่านอุปกรณ์การเปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับและหากมีพลังงานไฟฟ้าส่วนที่เกินจากการใช้งาน จะถูกจ่ายเข้าสู่ระบบจำหน่ายไฟฟ้า สังเกตได้จากมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าจะหมุนกลับทาง ส่วนในช่วงเวลากลางคืนเซลล์แสงอาทิตย์ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ กระแสไฟฟ้าจากระบบจำหน่ายไฟฟ้าจะจ่ายให้แก่โหลดโดยตรง สังเกตได้จากมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าจะหมุนตามทางปกติ ดังนั้น ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่ายจะเป็นการใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าในเขตเมืองหรือพื้นที่ที่มีระบบจำหน่ายของไฟฟ้าเข้าถึง อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และอุปกรณ์เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับชนิดต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า Grid connected (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2556)

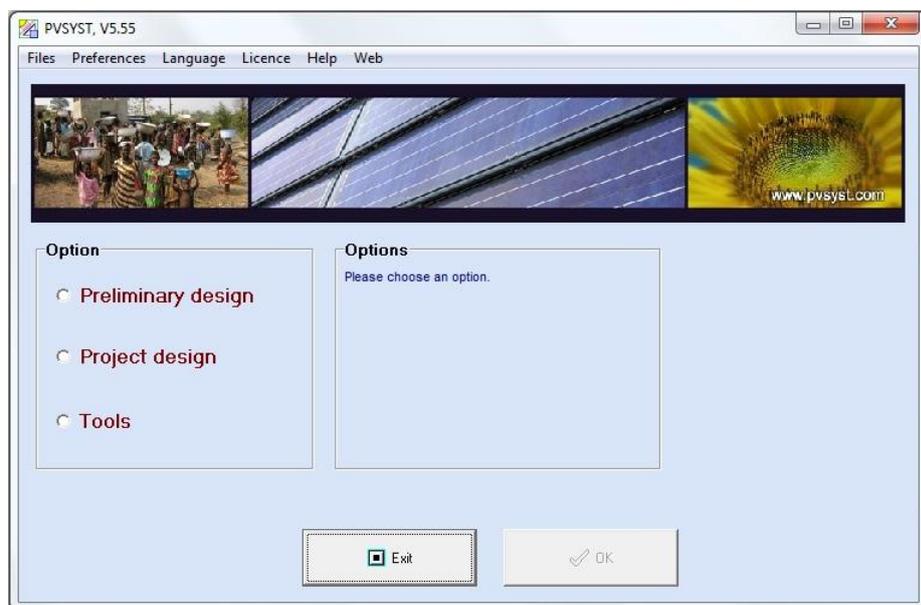
3.3 ขั้นตอนการจำลองระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์

ในการจำลองเพื่อศึกษาออกแบบระบบการผลิตไฟฟ้าโดยเซลล์แสงอาทิตย์ จะใช้โปรแกรม PVSYST เป็นโปรแกรมช่วยวิเคราะห์ซึ่งมีลำดับการทำงานหลักๆ ดังนี้

1. กำหนดหาค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านพักอาศัยใน 1 วัน
2. กำหนดพื้นที่ที่ทำการทดลอง
3. กำหนดอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับออกแบบระบบผลิตไฟฟ้า
4. ใช้โปรแกรม PV SYST กำหนดหาพลังงานที่ได้จากการจำลองระบบผลิตไฟฟ้าโดยแผงเซลล์แสงอาทิตย์
5. ใช้โปรแกรม PV SYST ทำการคำนวณหาพลังงานที่ผลิตได้ในเวลา 1 ปี
6. ทำการคำนวณหาพลังงานที่จ่ายคืนให้กับระบบสายส่ง

3.3.1 การจำลองระบบการผลิตไฟฟ้าโดยเซลล์แสงอาทิตย์โดยใช้โปรแกรม PVSYST ที่ขนาดกำลังการผลิต 4.6 กิโลวัตต์

ในงานวิจัยนี้จะใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งหมด 3 ชนิด คือ Monocrystalline silicon, Polycrystalline silicon และ Amorphous silicon จะกำหนดมุมเอียงของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้มีค่าที่ต่างกันอยู่ที่ 15 องศา 30 องศา และ 45 องศา กับพื้นราบ แล้วทำการจำลองระบบการผลิตไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรม PVSYST ดังรูปที่ 3.3 เพื่อช่วยในการคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าที่เซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตได้

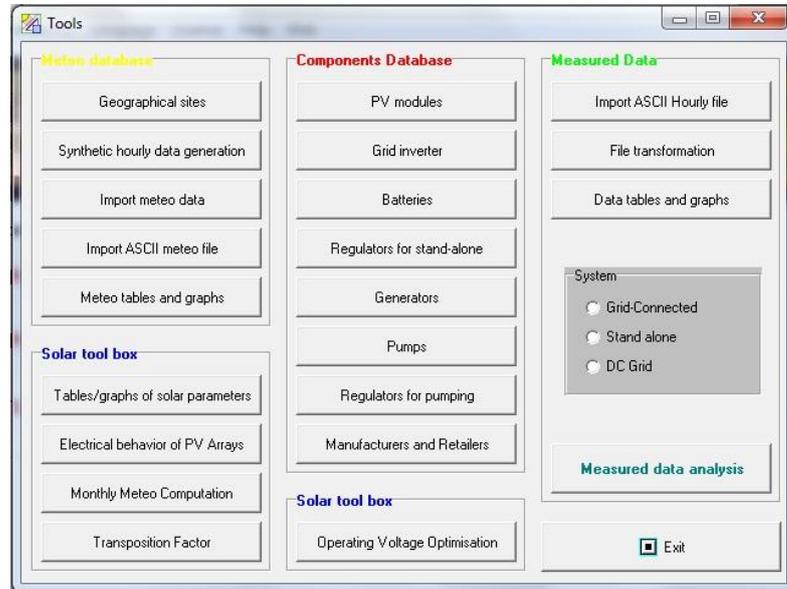


รูปที่ 3.3 โปรแกรม PVSYST

3.3.2 ขั้นตอนการกำหนดตัวแปรของระบบ

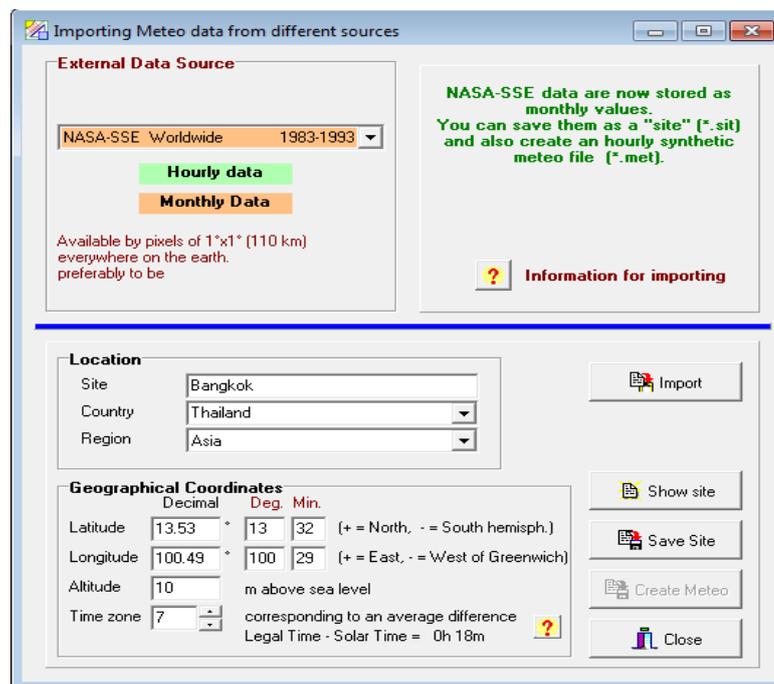
การกำหนดตัวแปรของระบบหลักๆ จะมีพื้นที่ติดตั้ง แผงเซลล์แสงอาทิตย์ และอินเวอร์เตอร์

3.3.2.1. เลือกเมนูการตั้งค่าของระบบ เพื่อกำหนดตัวแปรในการทดลอง ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ฟังก์ชันสำหรับกำหนดตัวแปรต่างๆ ของระบบ

3.3.2.2. กำหนดพื้นที่ติดตั้งสำหรับการทดลอง โดยป้อนค่าละติจูด และค่าลองจิจูดของพื้นที่ติดตั้งในงานวิจัยนี้จะเลือกพื้นที่ติดตั้งที่ละติจูดที่ 13.53 ลองจิจูดที่ 100.49 และแอดติจูดที่ 10 m ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ขั้นตอนสำหรับกำหนดพื้นที่ติดตั้งแผง

3.3.2.3. กำหนดชนิดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในงานวิจัยนี้ใช้แผง 3 ชนิด ได้แก่ Mono crystalline silicon ยี่ห้อ Ekarat รุ่น Mono210 ขนาดการผลิต 210 Wp ดังรูปที่ 3.6 ขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ $1489 \times 978 \times 38$ mm น้ำหนักแผง 17.0 kg ดังรูปที่ 3.7

Definition of a PV module

Basic data | Model parameters | Sizes and Technology | Commercial | Graphs

Model: Mono210 Manufacturer: Ekarat

File name: Mono210.PAN Data source: Manufacturer

Nom. Power (at STC): 210 Wp Tol: 3.0 % Technology: Simono

Manufacturer specifications or other Measurements

Reference conditions: GRef 1000 W/m² TRef 25 °C

Short-circuit current Isc 8.500 A Open circuit Voc 33.65 V

Max Power Point: Imp 8.000 A Vmpp 26.20 V

Temperature coefficient: mulsc 38.3 mA/°C or mulsc 0.45 %/°C Nb cells 54 in series

Model summary

Main parameter R shunt 250 ohm

R serie model 0.24 ohm R serie max 0.47 ohm R serie apparent 0.46 ohm

Model parameters

Gamma 1.30 IoRef 66 nA muVoc -100 mV/°C

Internal model result tool

Operating conditions: GOper 1000 W/m² TOper 25 °C

Max Power Point: Pmpp 210.5 W Temper. coeff. -0.00 %/°C Current Imp 7.85 A Voltage Vmpp 26.8 V Short-circuit current Isc 8.50 A Open circuit Voc 33.7 V Efficiency / Cells area N/A % / Module area 14.45 %

Copy to table Print Cancel OK

รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการป้อนค่าประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Mono crystalline silicon

Definition of a PV module

Basic data | Model parameters | Sizes and Technology | Commercial | Graphs

Description: Ekarat, Mono210

Module

Length 1489 mm Width 978 mm Thickness 38.0 mm Weight 17.00 kg Module area 1.456 m²

Cells

In series 54 In parallel 1 Cell area 0.0 cm² Total nb. cells 54 Cells area 0 m²

Reverse characteristics

Single cell reverse characteristics (dark)

Quadratic factor BRev 3.2 mA/m²

Nb. of by-pass diodes 1 /module Diode direct voltage -0.7 V

NB. These reverse parameters are only used in the framework of the array behaviour special tools (partial shadings on modules, mismatches). Their value is not essential and can be taken as similar modules in the database.

Maximum system voltage

Insulation Voltage 0 V

Absorption coefficient for temperature

Absorptivity coeff (alpha) 0.90

Copy to table Print Cancel OK

รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการป้อนขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Mono crystalline silicon

3.3.2.4. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Polycrystalline silicon ยี่ห้อ Sharp รุ่น ND-210R1J ขนาดกำลังการผลิต 210 Wp ดังรูปที่ 3.8 ขนาดของแผง 1652 × 994 × 46 mm น้ำหนักแผง 19 kg ดังรูปที่ 3.9

Definition of a PV module

Basic data | Model parameters | Sizes and Technology | Commercial | Graphs

Model: ND-210R1J Manufacturer: Sharp

File name: Sharp_ND_210R1J.PAN Data source: Manufacturer 2011

Nom. Power (at STC): 210 Wp Tol: 0.1 % Technology: Si-poly

Manufacturer specifications or other Measurements

Reference conditions:	GRef	1000 W/m ²	TRef	25 °C
Short-circuit current	Isc	8.030 A	Open circuit Voc	36.40 V
Max Power Point:	Impp	7.300 A	Vmpp	28.80 V
Temperature coefficient	mulsc	0.0 mA/°C		
	or mulsc	0.00 %/°C		

Nb cells: 60 in series

Model summary

Main parameter

R shunt	200 ohm
Rsh(G=0)	800 ohm
R serie model	0.30 ohm
R serie max.	0.57 ohm
R serie apparent	0.57 ohm

Model parameters

Gamma	1.35
IoRef	198 nA
muVoc	-108 mV/°C
muPMax fixed	-0.44 /°C

Internal model result tool

Operating conditions: GOper 1000 W/m² TOper 25 °C

Max Power Point:	Pmpp	210.3 W	Temper. coeff.	-0.44 %/°C
	Current Impp	7.33 A	Voltage Vmpp	28.7 V
	Short-circuit current Isc	8.03 A	Open circuit Voc	36.4 V
Efficiency	/ Cells area	N/A %	/ Module area	12.80 %

Buttons: Copy to table, Print, Cancel, OK

รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการป้อนค่าประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Polycrystalline silicon

Definition of a PV module

Basic data | Model parameters | Sizes and Technology | Commercial | Graphs

Description: Sharp, ND-210R1J

Module

Length	1652 mm
Width	994 mm
Thickness	46.0 mm
Weight	19.00 kg
Module area	1.642 m ²

Tile module
 CPV: Concentrating module

Module technology and specifics

Frame: alloy
Structure: glass
Connections: MC4

Cells

In series	60
In parallel	1
Cell area	0.0 cm ²
Total nb. cells	60
Cells area	0 m ²

Reverse characteristics

Single cell reverse characteristics (dark)

Quadratic factor BRRev: 3.2 mA/V²

Nb. of by-pass diodes: 3 /module

Diode direct voltage: -0.7 V

NB. These reverse parameters are only used in the framework of the array behaviour special tools (partial shadings on modules, mismatches).
Their value is not essential and can be taken as similar modules in the database.

Maximum system voltage

Insulation Voltage: 1000 V

Absorption coefficient for temperature

Absorptivity coeff (alpha): 0.90

Buttons: Copy to table, Print, Cancel, OK

รูปที่ 3.9 ขั้นตอนการป้อนขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Polycrystalline silicon

3.3.2.5. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Amorphous silicon ยี่ห้อ Schott Solar AG รุ่น PROTECT ASI 105 ขนาดกำลังการผลิต 105 Wp ดังรูปที่ 3.10 ขนาดของแผง 1308 × 1108 × 35 mm น้ำหนักแผง 20.80 kg ดังรูปที่ 3.11

The screenshot shows the 'Definition of a PV module' window with the following data:

Manufacturer specifications or other Measurements			
Reference conditions:	GRef	1000 W/m ²	TRef 25 °C
Short-circuit current	Isc	4.050 A	Open circuit Voc 41.10 V
Max Power Point:	Imp	3.480 A	Vmpp 30.50 V
Temperature coefficient	mulsc	3.2 mA/°C	Nb cells 24 x 3
	or mulsc	0.08 %/°C	

Internal model result tool	
Operating conditions	GOper 1000 W/m ² TOper 25 °C
Max Power Point:	Pmpp 106.9 W
	Current Imp 3.37 A
	Short-circuit current Isc 4.05 A
Efficiency	/ Cells area N/A % / Module area 7.37 %

Model summary	
Main parameter	
R shunt	160 ohm
Rsh(G=0)	1900 ohm
R serie model	0.66 ohm
R serie max.	1.32 ohm
R serie apparent	1.30 ohm
Model parameters	
Gamma	4.74
IoRef	1722 nA
muVoc	-58 mV/°C
muPMax fixed	-0.20 /°C
for amorphous	
phiMuTau	0.8 /V
Spectral corr.	ON

รูปที่ 3.10 ขั้นตอนการป้อนค่าประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Amorphous silicon

The screenshot shows the 'Definition of a PV module' window with the following data:

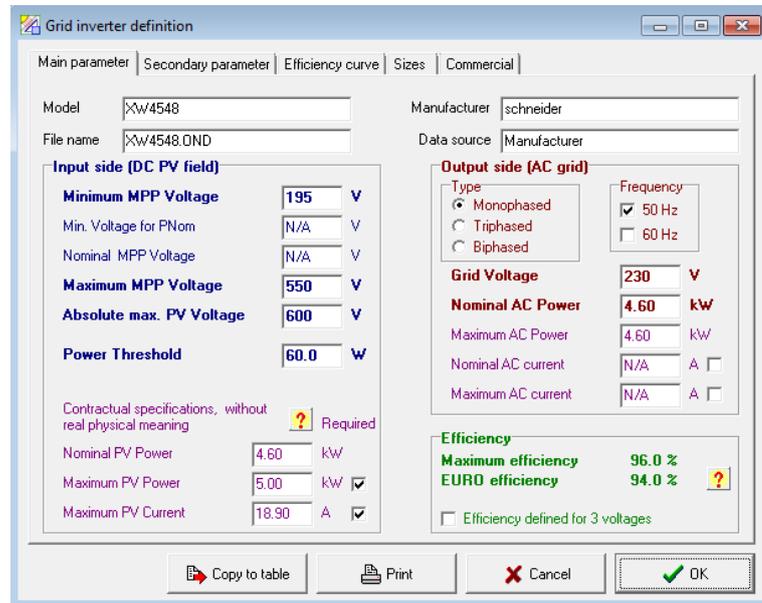
Module	
Length	1308 mm
Width	1108 mm
Thickness	35.0 mm
Weight	20.80 kg
Module area	1.449 m ²

Cells	
In series	24
In parallel	3
Cell area	0.0 cm ²
Total nb. cells	72
Cells area	0 m ²

Reverse characteristics	
Single cell reverse characteristics (dark)	
Quadratic factor BRev	3.2 mA/V ²
Nb. of by-pass diodes	1 /module
Diode direct voltage	-0.7 V
NB. These reverse parameters are only used in the framework of the array behaviour special tools (partial shadings on modules, mismatches). Their value is not essential and can be taken as similar modules in the database.	
Maximum system voltage	
Insulation Voltage	1000 V
Absorption coefficient for temperature	
Absorptivity coeff (alpha)	0.90

รูปที่ 3.11 ขั้นตอนการป้อนขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Amorphous silicon

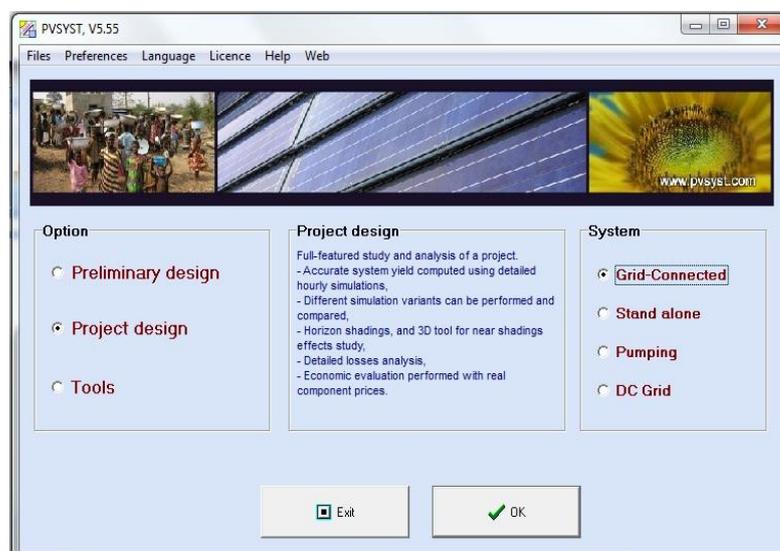
3.3.2.6. กำหนดการใช้งานอินเวอร์เตอร์ งานวิจัยนี้ใช้อินเวอร์เตอร์ ยี่ห้อ Schneider รุ่น XW4548 ขนาด 230 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ 4.6 กิโลวัตต์



รูปที่ 3.12 ขั้นตอนการป้อนคุณสมบัติของอินเวอร์เตอร์

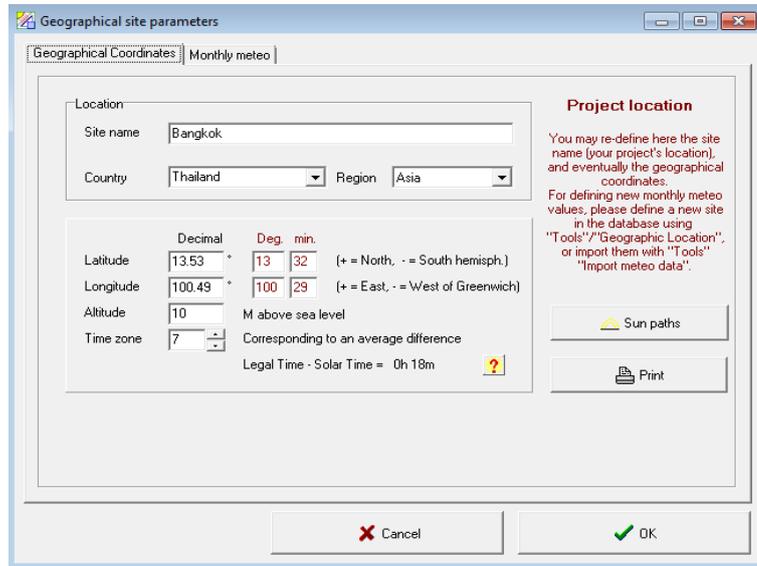
3.3.4 ขั้นตอนการจำลองระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยโปรแกรม PVSYS

3.3.4.1. เลือกรูปแบบการผลิตไฟฟ้า ในงานวิจัยนี้จะเลือกทำการผลิตไฟฟ้าแบบ Grid-connected ซึ่งเป็นการต่อระบบการผลิตไฟฟ้าโดยเซลล์แสงอาทิตย์เข้ากับสายส่งของระบบจำหน่าย ดังรูปที่ 3.13



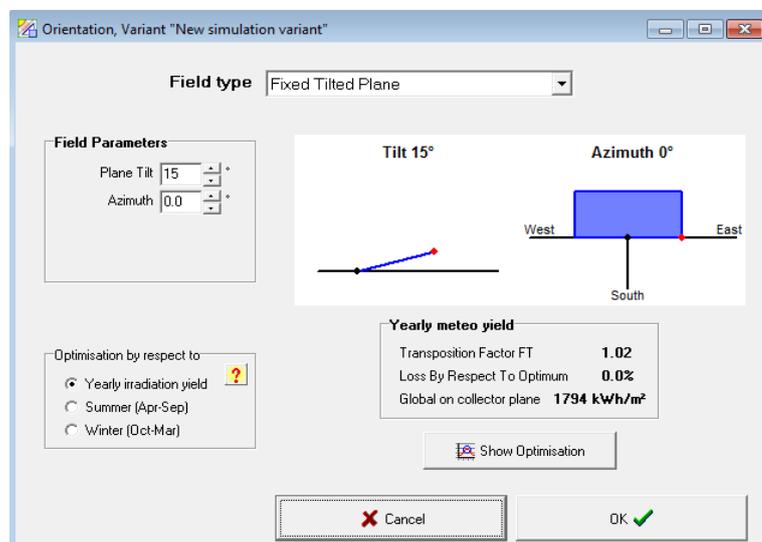
รูปที่ 3.13 เลือกรูปแบบการผลิตไฟฟ้าแบบ Grid-connected

3.3.4.2. เลือกพื้นที่ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับการทดลอง โดยได้กำหนดในขั้นตอนการกำหนดตัวแปรแล้วใช้ค่าละติจูดที่ 13.53 °N ค่าลองจิจูดที่ 100.49 °E ดังรูปที่ 3.14

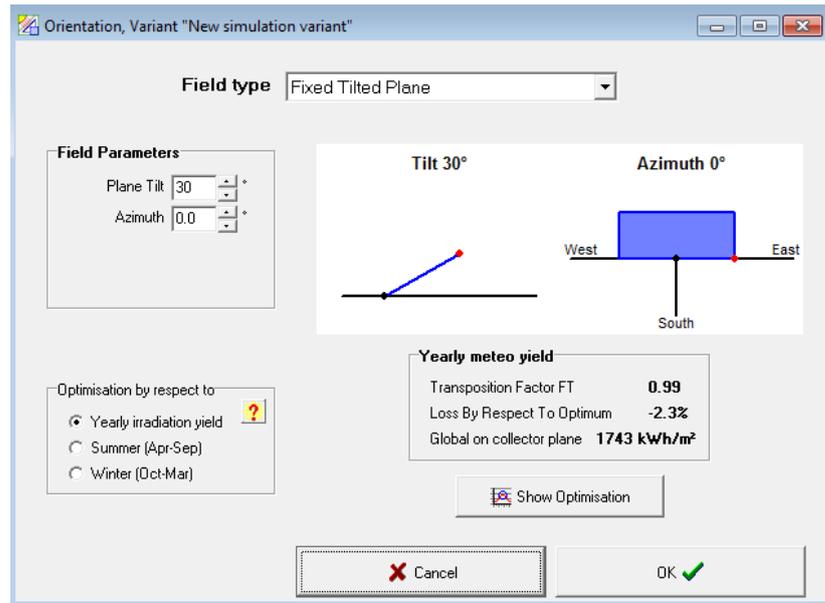


รูปที่ 3.14 ขั้นตอนการเลือกพื้นที่ติดตั้ง

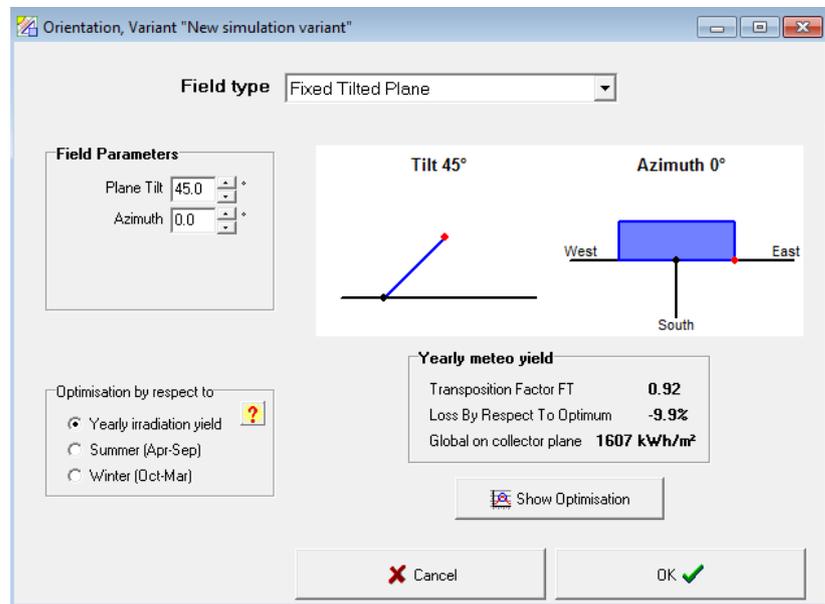
3.3.4.3. กำหนดมุมเอียงสำหรับรับรังสีแสงอาทิตย์ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ในงานวิจัยนี้จะทำการทดลองมุมเอียงของแผงเซลล์แสงอาทิตย์อยู่ที่ 15, 30 และ 45 องศา กับพื้นราบ หันแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไปในทางทิศใต้และเลือกระบบของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งอยู่กับที่ ดังรูปที่ 3.15, 3.16 และ 3.17 ตามลำดับ



รูปที่ 3.15 การกำหนดมุมเอียงของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ 15 องศา



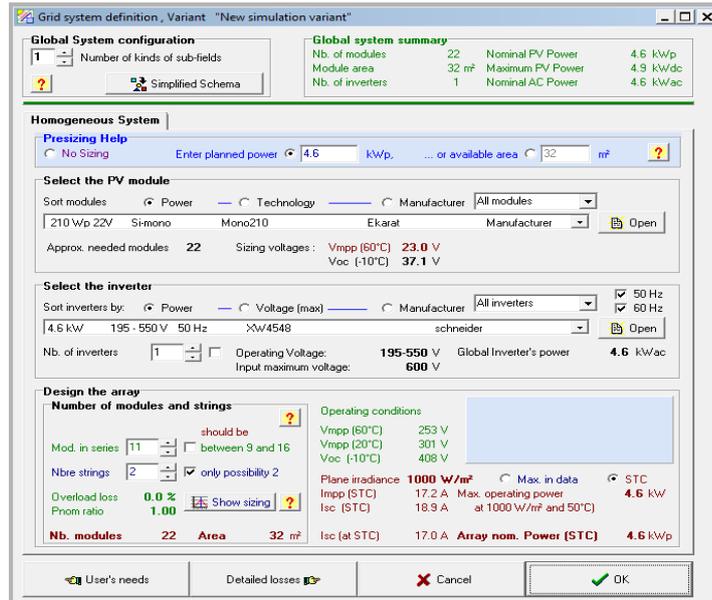
รูปที่ 3.16 การกำหนดมุมเอียงของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ 30 องศา



รูปที่ 3.17 การกำหนดมุมเอียงของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ 45 องศา

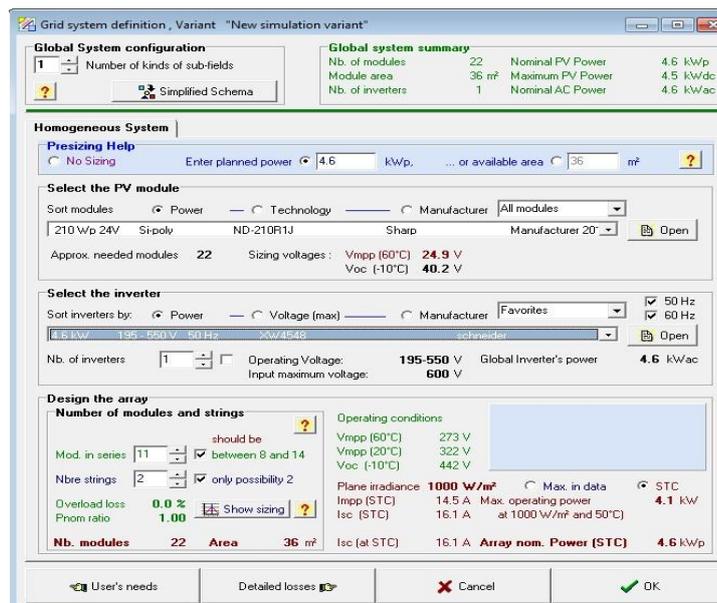
3.3.4.4. เลือกขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์และอินเวอร์เตอร์ที่ต้องการนำมาใช้งานซึ่งแบ่งได้ดังนี้

ก. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Monocrystalline silicon ขนาดการผลิต 210 Wp จำนวน 22 แผง โดยทำการต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอนุกรม 11 แผง 2 ชุด และนำแผงที่ทำการต่ออนุกรมทั้ง 2 ชุด มาทำการต่อขนานกัน ใช้อินเวอร์เตอร์ ยี่ห้อ Schneider รุ่น XW4548 ขนาด 230 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ 4.6 กิโลวัตต์ ดังรูปที่ 3.18



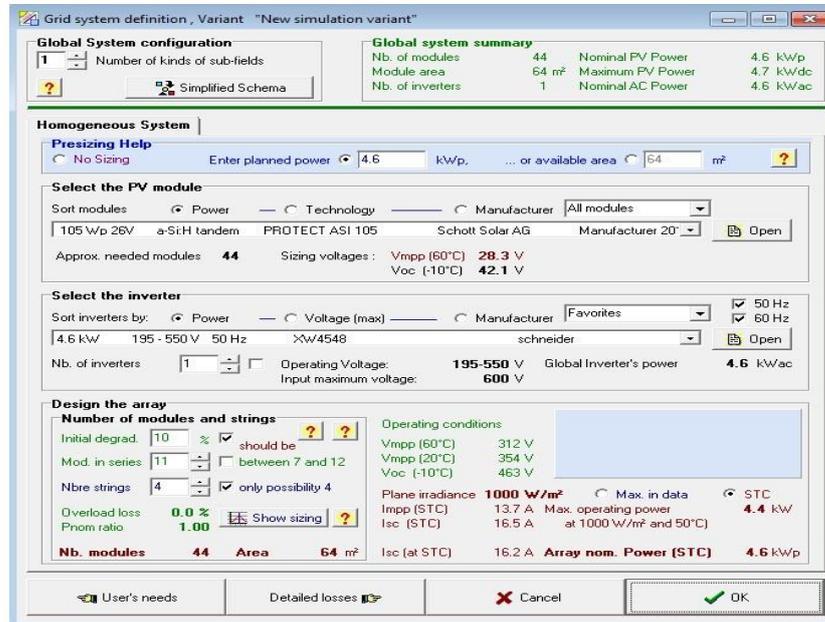
รูปที่ 3.18 ขั้นตอนการเลือกแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Monocrystalline silicon

ข. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Polycrystalline silicon ขนาดการผลิต 210 Wp จำนวน 22 แผง โดยทำการต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอนุกรม 11 แผง 2 ชุด และนำแผงที่ทำการต่ออนุกรมทั้ง 2 ชุด มาทำการต่อขนานกัน ใช้อินเวอร์เตอร์ ยี่ห้อ Schneider รุ่น XW4548 ขนาด 230 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ 4.6 กิโลวัตต์ ดังรูปที่ 3.19



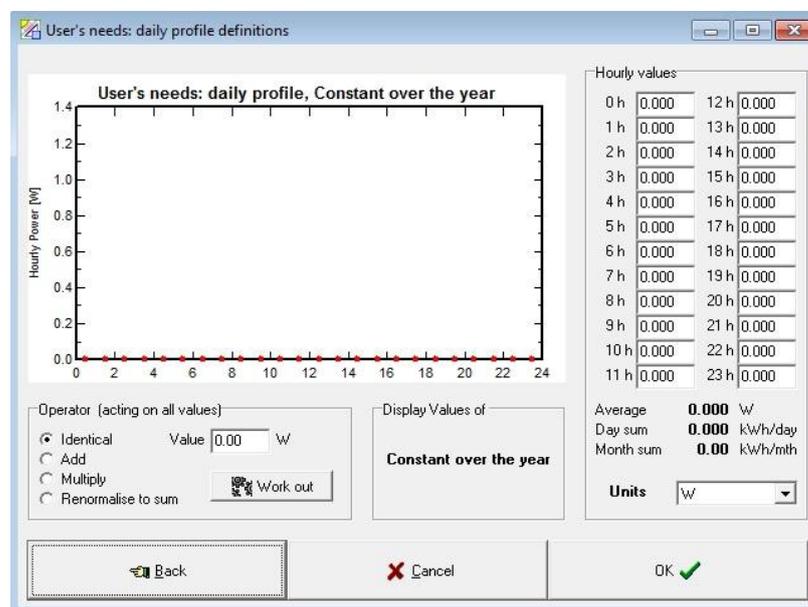
รูปที่ 3.19 ขั้นตอนการเลือกแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Polycrystalline silicon

ค. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Amorphous silicon ขนาดการผลิต 105 Wp จำนวน 44 แผง โดยทำการต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอนุกรม 11 แผง 4 ชุด และนำแผงที่ทำการต่ออนุกรมทั้ง 4 ชุด มาทำการต่อขนานกัน ใช้อินเวอร์เตอร์ ยี่ห้อ Schneider รุ่น XW4548 ขนาด 230 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ 4.6 กิโลวัตต์ ดังรูปที่ 3.20



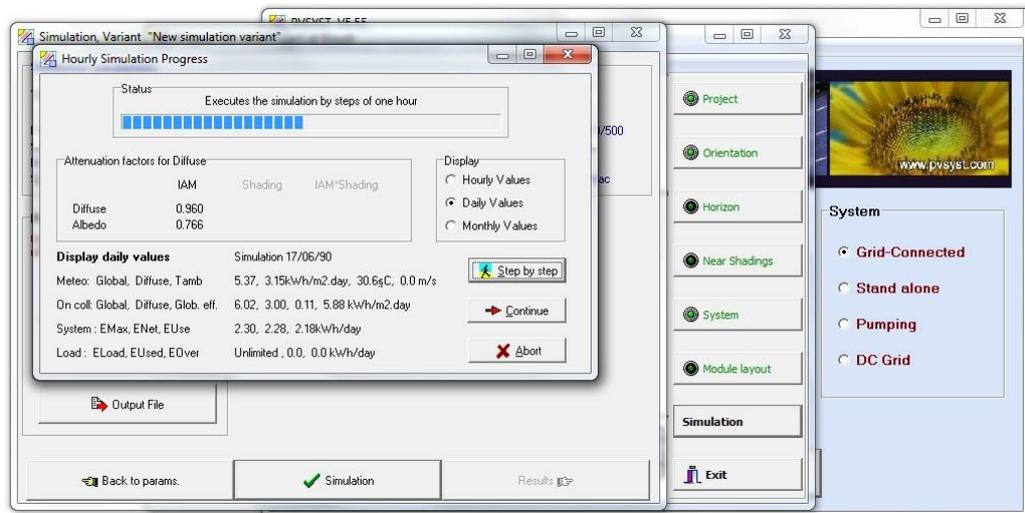
รูปที่ 3.20 ขั้นตอนการเลือกแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Amorphous silicon

3.3.4.5. นำค่าที่ได้จากการคำนวณหาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในบ้านพักอาศัย โดยทำการคำนวณหาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าใน 1 วัน ป้อนลงในโปรแกรม ดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 การกำหนดปริมาณการใช้พลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า

3.3.4.6 เมื่อกำหนดตัวแปรสำหรับการออกแบบระบบการผลิตไฟฟ้าโดยเซลล์แสงอาทิตย์แล้ว จะทำการคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตได้ในเวลา 1 ปี โดยใช้วิธีการ Simulation ดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 ขั้นตอนการประมวลผลของโปรแกรม

3.3.4.7. เมื่อทำการประมวลผลการผลิตไฟฟ้าโดยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยโปรแกรม PVSYS จะได้ค่าพลังงานไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตได้ในระยะเวลา 1 ปี จากนั้นบันทึกผลเปรียบเทียบกับความแตกต่างกับผลที่ได้จากการทดลองจริง สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง