



การออกแบบเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่สำหรับใช้งานร่วมกับเครื่องอัด
ประจุไฟฟ้าเพื่อติดตั้งในบ้านเดี่ยว อพาร์ทเมนต์ และโรงงานอุตสาหกรรม
ด้วยโปรแกรม PVsyst และ SketchUp

Designing solar cells and batteries for use with chargers for installation
in single houses, apartments and industrial plants with PVsyst and
SketchUp

นายปรมินทร์ อนันต์ไพศาลสิน
PORAMIN ANANPISANSIN

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
หลักสูตรวิศวกรรมพลังงาน
ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่สำหรับใช้งานร่วมกับเครื่องอัด
ประจุไฟฟ้าเพื่อติดตั้งในบ้านเดี่ยว อพาร์ทเมนต์ และโรงงานอุตสาหกรรม

ด้วยโปรแกรม PVsyst และ SketchUp

Designing solar cells and batteries for use with chargers for installation
in single houses, apartments and industrial plants with PVsyst and
SketchUp



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

หลักสูตรวิศวกรรมพลังงาน

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Designing solar cells and batteries for use with chargers for
installation in single houses, apartments and industrial plants
with PVsyst and SketchUp



A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT FOR THE
DEGREE OF BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHANICAL ENGINEERING
DEPARTMENT OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
PRINCE OF CHUMPHON CAMPUS CHUMPHON PROVINCE
2023

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2023

DEPARTMENT OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PRINCE OF CHUMPHON CAMPUS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

หัวข้อสหกิจศึกษา การออกแบบเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่สำหรับใช้งานร่วมกับเครื่องอัดประจุไฟฟ้าเพื่อติดตั้งในบ้านเดี่ยว อพาร์ทเมนต์ และโรงงานอุตสาหกรรม ด้วยโปรแกรม PVsyst และ SketchUp

Project Title Designing solar cells and batteries for use with chargers for installation in single houses, apartments and industrial plants with PVsyst and SketchUp

ชื่อนักศึกษา นายปรมินทร์ อนันต์ไพศาลสิน รหัสประจำตัว 62201160

ปริญญาานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมพลังงาน

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.นฤบดี ศรีสังข์

ปริญญาานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปริญญาานิพนธ์			ลายมือชื่อ
รศ.ดร.รัชพล	จูงเจริญ	กรรมการสอบ	นฤบดี ศรีสังข์
ผศ.ดร.ศิริวรรณ	ศรีสังข์	กรรมการสอบ	
รศ.ดร.นฤบดี	ศรีสังข์	อาจารย์ที่ปรึกษา	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 20 เมษายน 2566 เวลา 13.00 – 16.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง D204

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิตฺพงษ์ รัตนเดช)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 26 พฤษภาคม 2566

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์
ประจำปีการศึกษา 2565

โครงการสหกิจศึกษา	การออกแบบเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่สำหรับใช้งานร่วมกับเครื่องอัด ประจุไฟฟ้าเพื่อติดตั้งในบ้านเดี่ยว อพาร์ทเมนต์ และโรงงานอุตสาหกรรม ด้วยโปรแกรม PVsyst และ SketchUp	
นักศึกษา	นายปรมินทร์ อนันต์ไพศาลสิน	รหัสนักศึกษา 62201160
สถานประกอบการ ที่อยู่	การไฟฟ้านครหลวง การไฟฟ้านครหลวง เขตธนบุรี แขวงบ้านช่างหล่อ เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร 10700	
วิศวกรที่ปรึกษา	นายประวิทย์ ฉายแก้ว	

นฤปดี ศรีสังข์
(รศ.ดร.นฤปดี ศรีสังข์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสือส่งรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เรื่อง ขอส่งรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา สาขาวิศวกรรมพลังงาน

ตามที่กระผม นายปรมินทร์ อนันต์ไพศาลสิน นักศึกษาสาขาวิศวกรรมพลังงาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตอุดมศักดิ์ จังหวัด ชุมพร ได้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษาระหว่างวันที่ 1 มิถุนายน พ.ศ.2565 ถึงวันที่ 30 พฤศจิกายน พ.ศ. 2565 ในตำแหน่งนักศึกษาฝึกงานในฝ่ายวิศวกรรม ธุรกิจยานยนต์ไฟฟ้า กองธุรกิจเกี่ยวเนื่องหน่วยงานภาครัฐ การไฟฟ้านครหลวง และได้รับมอบหมายจากวิศวกรที่ปรึกษาสหกิจศึกษาให้ทำการศึกษาและจัดทำโครงการเรื่อง การออกแบบเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่สำหรับใช้งานร่วมกับเครื่องอัดประจุไฟฟ้าเพื่อติดตั้งในบ้านเดี่ยว อพาร์ทเมนต์ และโรงงานอุตสาหกรรม ด้วยโปรแกรม PVsyst และ SketchUp

บัดนี้ การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดลงไปแล้ว จึงใคร่ขอส่งรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์ดังกล่าว จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

นายปรมินทร์ อนันต์ไพศาลสิน

นักศึกษาสหกิจศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมพลังงาน

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การออกแบบเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่สำหรับใช้งานร่วมกับเครื่องอัดประจุไฟฟ้าเพื่อติดตั้งในบ้านเดี่ยว อพาร์ทเมนต์ และโรงงานอุตสาหกรรม ด้วยโปรแกรม PVsyst และ SketchUp		
ชื่อนักศึกษา	นายปรมินทร์	อนันต์ไพศาลสิน	รหัสประจำตัว 62201160
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
สาขาวิชา	วิศวกรรมพลังงาน		
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.นฤปดี ศรีสังข์		
วิศวกรที่ปรึกษา	นายประวิทย์ ฉายแก้ว		

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษานี้เป็นการศึกษาการออกแบบเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยโปรแกรม PV Syst และ Sketch Up โดยมีการออกแบบแบตเตอรี่ และ เครื่องอัดประจุไฟฟ้า ตามความต้องการของเจ้าของเคหสถาน 3 รูปแบบ ประกอบด้วย บ้านเดี่ยว อพาร์ทเมนต์ และโรงงานอุตสาหกรรม การดำเนินการโครงการสหกิจนี้ แบ่งได้ 3 ขั้นตอน ได้แก่ การสำรวจ การออกแบบ และจัดทำแผนธุรกิจ โดยในขั้นตอนการจัดทำแผนธุรกิจมีการคำนวณค่าพลังงานที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ ค่าไฟฟ้า และเงินลงทุนตั้งต้น มาคำนวณหาจุดคุ้มทุน เพื่อออกแบบใบเสนอราคาการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ แบตเตอรี่ และ เครื่องอัดประจุไฟฟ้า

คำสำคัญ : เซลล์แสงอาทิตย์ แบตเตอรี่ เครื่องอัดประจุไฟฟ้า

Project Title	Designing solar cells and batteries for use with chargers for installation in single houses, apartments and industrial plants with PVsyst and SketchUp		
Student	Mr. PORAMIN	ANANPISANSIN	Student ID 62201160
Degree	Bachelor of Engineering		
Program	Energy Engineering		
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr.Naruebodee Srisang		

ABSTRACT

This cooperative education report looks at how solar cells are designed using the PV Syst and Sketch Up software, along with batteries and electric chargers that are tailored to the needs of the owners of three different types of homes, including single-family homes, apartments, and commercial factories. This collaborative project can be put into action in three stages: survey, design, and creation of the business plan. There are costs for energy generated by solar cells, power prices, and initial investment while establishing a company plan. Let's figure out where things will break even. to create quotation for the installation of batteries, solar panels, and electric chargers.

Keywords: Solar cells, batteries, electric chargers

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.นฤปดี ศรีสังข์ อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย เป็นอย่างสูง ที่ให้คำปรึกษาชี้แนะและข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์โดยตลอด ขอขอบพระคุณ นาย ประวิทย์ ฉายแก้ว หัวหน้าแผนกธุรกิจยานยนต์ไฟฟ้า ให้คำปรึกษาชี้แนะและข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็น ประโยชน์ต่อโครงการมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณบิดามารดาและครอบครัว ซึ่งเป็นผู้สนับสนุนสำคัญใน การศึกษาและสนับสนุนด้านกำลังใจมาโดยตลอด ขอขอบพระคุณเพื่อนร่วมรุ่นทุกท่านทั้งสาขา วิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมเกษตร และวิศวกรรมพลังงานในการช่วยเหลือการทำงาน ตลอดจน บุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องที่คอยให้การสนับสนุนมาโดยตลอดจนงานวิจัยนี้เสร็จลงด้วยดี ขอกราบ ขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ปรมินทร์ อนันต์ไพศาลสิน
พฤษภาคม 2565

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์	1
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.6 แผนการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์	4
2.2 เทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่	7
2.3 ยานยนต์ไฟฟ้า	10
2.4 เทคโนโลยีอัดประจุไฟฟ้า	10
2.5 โปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบระบบการติดตั้งพลังงานแสงอาทิตย์	15
2.6 องค์ประกอบที่แสดงถึงความเป็นไปได้ในการบริหารจัดการพลังงานที่เป็น รูปธรรม	16
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการดำเนิน	20
3.1 โปรแกรมต่างๆที่ใช้ในการออกแบบระบบโซลาร์เซลล์ การหาจุดคุ้มทุน และทำ ใบเสนอราคา	20
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน	21

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการศึกษา	70
4.1 ใบเสนอราคาบ้านเดี่ยว	70
4.2 ใบเสนอราคาอพาร์ทเมนต์	71
4.3 ใบเสนอราคาโรงงานอุตสาหกรรม	72
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	73
เอกสารอ้างอิง	74
ภาคผนวก	76
ภาคผนวก ก	77
ประวัติผู้จัดทำ	96



สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	การดำเนินงานการออกแบบเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่สำหรับใช้งานร่วมกับเครื่องอัดประจุไฟฟ้าเพื่อติดตั้งในบ้านเดี่ยว อพาร์ทเมนต์ และโรงงานอุตสาหกรรม ด้วยโปรแกรม PVsyst และ SketchUp	2
2	เทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่	7
3.1	จำแนกประเภทการอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าตามมาตรฐาน SAE J1772	11
3.2	ระดับการอัดประจุแบตเตอรี่ตามมาตรฐาน IEC 61851-1	13



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 โซลาร์เซลล์	3
2.1 เทคโนโลยีการอัดประจุไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ	14
2.2 โปรแกรม Sketchup	15
2.3 PVSyst	16
2.4 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของบริษัท Schneider	16
2.5 ผลิตภัณฑ์ของบริษัท Energy Pool	17
2.6 ผลิตภัณฑ์ของบริษัท Power Ledger	17
3.1 ภาพถ่ายดาวเทียม บ้านเดี่ยว	21
3.2 มิเตอร์บ้านเดี่ยว	22
3.3 Sketch up บ้านเดี่ยว	22
3.4 ใช้คำสั่ง skelion	23
3.5 ปรับองศาแผงและเลือกขนาดแผง	23
3.6 การจัดเรียงแผง	24
3.7 Export to 3D model	24
3.8 เปิดใช้งาน PV syst	25
3.9 ใส่ละติจูด ลองจิจูด	26
3.10 บันทึกพิกัด	27
3.11 ใส่ข้อมูล Near shading	27
3.12 Import 3D model	28

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า	
3.13	เลือก close scence	29
3.14	เริ่มออกแบบระบบ	29
3.15	เลือกขนาดแผงโซลาร์เซลล์และอินเวอร์เตอร์	30
3.16	เริ่มใส่ค่าสูญเสีย	30
3.17	ใส่ค่าความสูญเสียทางความร้อนและจากสายไฟ	31
3.18	ใส่ค่าความสูญเสียจากความเสื่อมสภาพแผงและค่าความสูญเสียจากสิ่งสกปรก	31
3.19	ใส่ค่าความสูญเสียจากความไม่พร้อมของระบบ	32
3.20	Run Simulation	32
3.21	ข้อมูลที่ได้จากการ Simulation	33
3.22	ตารางค่าไฟฟ้า	33
3.23	ตารางข้อมูลดิบ	34
3.24	ตารางค่ากำลังผลิต	34
3.25	รายงานสรุปผลการวิเคราะห์การลงทุน	35
3.26	ใบเสนอราคาก่อสร้าง	36
3.27	มิเตอร์อาร์ทเมนต์	37
3.28	หลังคาอาร์ทเมนต์ 1	37
3.29	หลังคาอาร์ทเมนต์ 2	38
3.30	หลังคาอาร์ทเมนต์ 3	38
3.31	ภาพถ่ายจากดาวเทียม อาร์ทเมนต์	39
3.32	Sketch Up อาร์ทเมนต์	39
3.33	ใช้คำสั่ง Skelion ในการใส่แผงโซลาร์เซลล์	40
3.34	ปรับองศาแผงและเลือกขนาดแผง	41
3.35	การจัดเรียงแผง	41
3.36	Export to 3D model	42
3.37	เปิดใช้งาน PV syst	43
3.38	ใส่ละติจูด ลองจิจูด	44
3.39	บันทึกพิกัด	45

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.40 ใส่ข้อมูล Near shading	45
3.41 Import 3D model	46
3.42 เลือก close scene	46
3.43 เริ่มออกแบบระบบ	47
3.44 เลือกขนาดแผงโซลาร์เซลล์และอินเวอร์เตอร์	47
3.45 เริ่มใส่ค่าสูญเสีย	48
3.46 ใส่ค่าความสูญเสียทางความร้อนและจากสายไฟ	48
3.47 ใส่ค่าความสูญเสียจากความเสื่อมสภาพแผงและค่าความสูญเสียจากสิ่งสกปรก	49
3.48 ใส่ค่าความสูญเสียจากความไม่พร้อมของระบบ	49
3.49 Run Simulation	50
3.50 ข้อมูลที่ได้จากการ Simulation	50
3.51 ตารางค่าไฟฟ้า	51
3.52 ตารางข้อมูลดิบ	51
3.53 ตารางค่ากำลังผลิต	52
3.54 รายงานสรุปผลการวิเคราะห์การลงทุน	52
3.55 ใบเสนอราคาอพาร์ทเมนต์	53
3.56 ภาพถ่ายดาวเทียม โรงงานอุตสาหกรรม	54
3.57 ใบค่าไฟฟ้า	55
3.58 Sketch Up โรงงานอุตสาหกรรม	55
3.59 ใช้คำสั่ง Skelion ในการใส่แผงโซลาร์เซลล์	56
3.60 ปรับองศาแผงและเลือกขนาดแผง	56
3.61 การจัดเรียงแผง	57
3.62 Export to 3D model	58
3.63 เปิดใช้งาน PV syst	59
3.64 ใส่ละติจูด ลองจิจูด	60
3.65 บันทึกพิกัด	61
3.66 ใส่ข้อมูล Near shading	61
3.67 Import 3D model	62
3.68 เลือก close scene	62
3.69 เริ่มออกแบบระบบ	63
3.70 เลือกขนาดแผงโซลาร์เซลล์และอินเวอร์เตอร์	63
3.71 เริ่มใส่ค่าสูญเสีย	64

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า	
3.72	ใส่ค่าความสูญเสียทางความร้อนและจากสายไฟ	64
3.73	ใส่ค่าความสูญเสียจากความเสื่อมสภาพแผงและค่าความสูญเสียจากสิ่งสกปรก	64
3.74	ใส่ค่าความสูญเสียจากความไม่พร้อมของระบบ	65
3.75	Run Simulation	65
3.76	ข้อมูลที่ได้จากการ Simulation	66
3.77	ตารางค่าไฟฟ้า	66
3.78	ตารางข้อมูลดิบ	67
3.79	ตารางค่ากำลังผลิต	67
3.80	รายงานสรุปผลการวิเคราะห์การลงทุน	68
3.81	ใบเสนอราคาโรงงานอุตสาหกรรม	69
ก.1	Project Summary	78
ก.2	General parameter	79
ก.3	Near Shading parameter	80
ก.4	Main results	81
ก.5	Loss diagram	82
ก.6	Special graphs	83
ก.7	Project Summary	84
ก.8	General parameter	85
ก.9	Near Shading parameter	86
ก.10	Main results	87
ก.11	Loss diagram	88
ก.12	Special graphs	89
ก.13	Project Summary	90
ก.14	General parameter	91
ก.15	Near Shading parameter	92
ก.16	Main results	93
ก.17	Loss diagram	94
ก.18	Special graphs	95

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันทั่วโลกกำลังเผชิญปัญหาวิกฤตพลังงานขาดแคลนและราคาเชื้อเพลิงที่เตรียมปรับตัวสูงขึ้นอีกครั้ง ทำให้หลายประเทศต้องประกาศภาวะฉุกเฉินด้านพลังงานและเตรียมรับมือต่างๆ ดังนั้นในปัจจุบันหน่วยงานภาครัฐ และเอกชน จึงหาแนวทางแก้ไขปัญหานี้ อาทิเช่น การหาแหล่งพลังงานทดแทน หรือ การรณรงค์หันมาใช้ยานยนต์ไฟฟ้า

โดยวิธีการแก้ไขปัญหาด้านพลังงานขาดแคลน ส่วนใหญ่นิยมใช้พลังงานทดแทนในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งพลังงานแสงอาทิตย์จัดว่าเป็นหนึ่งในตัวเลือกที่มีความเหมาะสม เพราะเป็นพลังงานสะอาดและมีศักยภาพสูงในประเทศไทย ทำให้มีการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ตามครัวเรือนต่างๆ และพลังงานที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ยังสามารถเก็บไว้ในแบตเตอรี่ เพื่อเก็บพลังงานไว้ใช้ในตอนกลางคืน ทำให้ประหยัดพลังงานเพิ่มขึ้น

นอกจากนี้การใชยานยนต์ไฟฟ้าก็เป็นอีกหนึ่งวิธี ในการประหยัดพลังงานเชื้อเพลิง ซึ่งจำนวนการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในไทยมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นถึง 10% จากการคาดการณ์ของศูนย์วิเคราะห์เศรษฐกิจทีทีบี ซึ่งการที่จะชาร์จพลังงานให้แกยานพาหนะไฟฟ้านั้นจำเป็นต้องมีเครื่องอัดประจุไฟฟ้า

แต่เนื่องจากปัจจุบันผู้คนมีความเข้าใจเกี่ยวกับการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์และเครื่องอัดประจุไฟฟ้าไม่เพียงพอ ด้วยปัญหาข้างต้นที่กล่าวจึงทำให้การออกแบบใบเสนอราคาการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ แบตเตอรี่ และเครื่องอัดประจุไฟฟ้า สำหรับบ้านเดี่ยว อพาร์ท และโรงงานอุตสาหกรรม เพื่องานต่อการพิจารณาติดตั้ง

1.2 วัตถุประสงค์ของวิจัย

1.2.1 เพื่อออกแบบเซลล์แสงอาทิตย์ แบตเตอรี่ และเครื่องอัดประจุไฟฟ้าสำหรับบ้านเดี่ยว อพาร์ทเมนท์ และโรงงานอุตสาหกรรม

1.2.2 เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ซึ่งช่วยเพิ่มความสามารถในการแข่งขันในตลาด

1.3 ขอบเขตของวิจัย

1.3.1 ในการศึกษาออกแบบจะออกแบบระบบโซลาร์เซลล์สำหรับบ้านเดี่ยว อพาร์ทเมนท์ และโรงงานอุตสาหกรรม

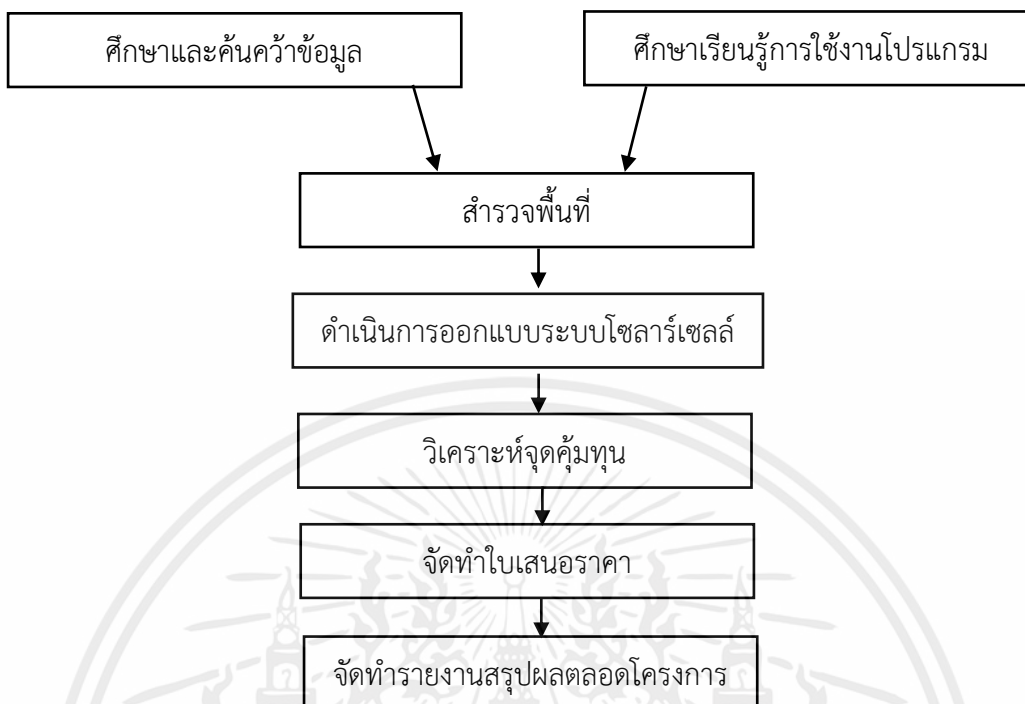
1.3.2 กรณีศึกษาจะเป็นหนึ่งในกลุ่มลูกค้าของการไฟฟ้านครหลวง ยกเว้นเพียงโรงงานอุตสาหกรรม

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถนำความรู้ในการออกแบบระบบโซลาร์เซลล์มาประยุกต์ใช้ในการทำงานได้ในอนาคต และยังสามารถใช้ความรู้ประมาณราคาการติดตั้ง และหาจุดคุ้มทุนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน



รูปที่ 1.1 แผนผังการดำเนินงานของการออกแบบเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่สำหรับใช้งานร่วมกับเครื่องอัดประจุไฟฟ้าเพื่อติดตั้งในบ้านเดี่ยว อพาร์ทเมนต์ และโรงงานอุตสาหกรรม ด้วยโปรแกรม PVsyst และ SketchUp

1.6 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 การดำเนินการออกแบบเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่สำหรับใช้งานร่วมกับเครื่องอัดประจุไฟฟ้าเพื่อติดตั้งในบ้านเดี่ยว อพาร์ทเมนต์ และโรงงานอุตสาหกรรม ด้วยโปรแกรม PVsyst และ SketchUp

หัวข้อ	ปี 2565			
	ก.ค.- ส.ค.	ส.ค.-ก.ย.	ก.ย.-ต.ค.	ต.ค.-พ.ย.
1.ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลและศึกษาเรียนรู้การใช้งานโปรแกรม	◀────────▶			
2.สำรวจพื้นที่		◀────────▶		
3.ดำเนินการออกแบบระบบโซลาร์เซลล์		◀────────▶		
4.จัดทำใบเสนอราคา			◀────────▶	
5.จัดทำรายงานสรุปผลตลอดโครงการ				◀────────▶

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์

ปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าด้วยแสงอาทิตย์มี 2 ชนิด คือการใช้ Solar Cell และการใช้ระบบรวมแสงอาทิตย์

2.1.1 เทคโนโลยีผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell)

เทคโนโลยีผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบ่งได้เป็น 3 รูปแบบ ดังนี้



รูปที่ 1.1 โซลาร์เซลล์ ที่มา : [Solar Cell - alla](#)

- ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ (PV Stand-Alone System)

ประกอบไปด้วย แผงโซลาร์เซลล์ อินเวอร์เตอร์ อุปกรณ์ควบคุมประแบตเตอรี่ และ แบตเตอรี่ หลักการทำงาน มี 2 ช่วง คือ ช่วงกลางวัน แผงโซลาร์เซลล์ผลิตไฟฟ้ามาจ่ายเข้าโหลด โดยมีอินเวอร์เตอร์มาแปลงไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ไฟฟ้าที่ผลิตมาเกินความจำเป็นในส่วนนั้นจะประจุเข้าไปเก็บในแบตเตอรี่ ช่วงกลางคืนเมื่อแผงโซลาร์เซลล์ผลิตไฟฟ้าไม่ได้แล้ว จะนำไฟฟ้าจากแบตเตอรี่มาใช้แทน

- ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย (PV Grid-Connected System)

เป็นระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่ถูกออกแบบเพื่อนำเข้าสู่ระบบไฟฟ้าจำหน่าย (National Grid) โดยตรง มีหลักการทำงาน 2 ช่วงเวลาดังนี้ ช่วงเวลากลางวัน โซลาร์เซลล์จะผลิตไฟฟ้ามาจ่ายเข้าโหลด เมื่อมีไฟฟ้าที่ผลิตได้มากเกินไป ไฟฟ้าส่วนนั้นจะถูกจ่ายเข้าระบบจำหน่าย ช่วงกลางคืน โซลาร์เซลล์ ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ จึงนำไฟฟ้าจากระบบมาจ่ายเข้าโหลดแทน [3]

- ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน (PV Hybrid System)

เป็นระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ที่ถูกออกแบบมาเพื่อให้ทำงานกับอุปกรณ์ได้หลายชนิด ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลมและเครื่องยนต์ดีเซล มีอุปกรณ์ที่สำคัญ ดังนี้ แผงโซลาร์เซลล์ กังหันลม เครื่องยนต์ดีเซล และแบตเตอรี่ หลักการทำงานของระบบ คือ เวลาแผงโซลาร์เซลล์และกังหันลมผลิตไฟฟ้าในช่วงที่มีแสงอาทิตย์และลมเพื่อจ่ายเข้าโหลดและประจุเข้าแบตเตอรี่ จากนั้นในช่วงเวลากลางคืน เมื่อไม่มีลมและแสงอาทิตย์ก็ผลิตไฟฟ้าจ่ายเข้าโหลดไม่ได้ จึงใช้ไฟฟ้าที่เก็บไว้ในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบตเตอรี่มาจ่ายเข้าโหลด แต่เมื่อจ่ายเข้าโหลดถึงพิกัดที่กำหนด เครื่องยนต์ดีเซลล์จะเริ่มทำงาน โดยเครื่องยนต์ดีเซลล์จะผลิตไฟฟ้าให้แก่โหลดและประจุเข้าแบตเตอรี่ โดยจะหยุดการทำงานเมื่อโหลดมีไฟฟ้าเข้าเกิน และจะเริ่มทำงานอีก เมื่อมีการประจุไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่ [4]

2.1.2 เทคโนโลยีผลิตไฟฟ้าด้วยระบบรวมแสงอาทิตย์ (Concentrating Solar Power)

เทคโนโลยีผลิตไฟฟ้าด้วยระบบรวมแสงอาทิตย์ เป็นการนำวัสดุสะท้อนแสง เพื่อสะท้อนแสงและส่งไปยังตัวรับแสงหรือก็คือจุดรวมรวมแสง ซึ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นพลังงานความร้อน เทคโนโลยีผลิตไฟฟ้าด้วยระบบรวมแสงอาทิตย์สามารถแบ่งออกเป็น 3 แบบ ดังนี้

- เทคโนโลยีแบบ Parabolic Troughs

Parabolic Troughs ประกอบด้วยตัวรับแสงที่มีลักษณะเป็นรางยาวโค้งแบบมิติเดียวที่ติดตั้งไว้บนระบบหมุนตามดวงอาทิตย์แกนเดียว (Single-Axis Tracking System) เมื่อแสงอาทิตย์ตกกระทบกับตัวรับก็จะสะท้อนออก ซึ่งจุดรวมแสงที่สะท้อนออกมาจะมีท่อที่มีของเหลวอยู่ข้าง เมื่อของเหลวได้รับความร้อนจนเปลี่ยนจากของเหลวกลายเป็นไอ ไอน้ำก็จะไปหมุนกังหันเพื่อผลิตเป็นกระแสไฟฟ้า [5]

- เทคโนโลยีแบบ Central Receivers หรือ Power Tower

เทคโนโลยีแบบ Central Receivers หรือ Power Tower คือ หอคอยที่ติดตั้งตัวรับความร้อนไว้ ล้อมรอบด้วยแผงกระจกที่มีหน้าที่สะท้อนแสงมายังหอคอยที่เป็นจุดศูนย์กลาง ตัวรับความร้อนจะบรรจุของเหลวที่มีคุณสมบัติดูดความร้อน และส่งผ่านพลังงานความร้อนไปยังเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกังหัน

1.2.3 เทคโนโลยีแบบ Parabolic Dishes

เทคโนโลยีแบบ Parabolic Dishes ประกอบด้วย จานรวมแสงรูปทรง Parabolic หลักการทำงาน คือ จะสะท้อนแสงจากดวงอาทิตย์ไปยังตัวรับความร้อนที่อยู่บนจุดศูนย์กลาง

Parabolic dish จะติดตั้งแผงกระจกที่มีลักษณะคล้ายถ้วยหงายหน้าขึ้น มีการออกแบบให้หมุนตามดวงอาทิตย์เพื่อรับแสงแดดให้มากขึ้น การออกแบบนี้จุดประสงค์หลักคือเพื่อรวมแสงให้เป็นจุดเดียวที่ตัวรับความร้อน ความร้อนที่ได้จะนำไปใช้ Cycle Heat Engine ซึ่งติดตั้งอยู่บนตัวรับความร้อน หรือนำความร้อนที่ได้ไปทำให้ของเหลวร้อนก่อนแล้วนำไปใช้กับ Central Engine สำหรับการนำเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ภายในพื้นที่เขตเมืองควรใช้ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย (PV Grid Connected System) เหตุผลประการหนึ่งคือ ระบบจำหน่ายไฟฟ้าภายในพื้นที่เขตเมืองได้มีการเตรียมความพร้อมสำหรับการเข้ามาของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ ไว้ส่วนหนึ่งแล้ว อีกทั้งระบบจำหน่ายไฟฟ้าภายในพื้นที่เขตเมืองเป็นโครงข่ายที่มีความมั่นคงและมีศักยภาพที่จะรองรับระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ให้สามารถเชื่อมต่อเข้าหากันได้ และมีศักยภาพเพียงพอที่จะรองรับระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นในอนาคตได้ด้วย

จากที่ได้เสนอไปจะพบว่าปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าด้วยแสงอาทิตย์อยู่หลากหลายประเภท ซึ่งจะพบว่าต้นทุนระบบ PV System ที่ลดลงกว่าร้อยละ 79 ตั้งแต่ช่วงปี พ.ศ. 2553 - พ.ศ. 2563 โดยราคาของระบบผลิตไฟฟ้าจาก PV System อยู่ที่ 0.995 USD/kW ในปีพ.ศ. 2563 (ค.ศ. 2019) ในขณะที่ Capacity Factor เพิ่มขึ้นอยู่ที่ร้อยละ 18 ทำให้ต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าจากระบบ PV มีแนวโน้มลดลง โดยต้นทุนการผลิตไฟฟ้าจากระบบ PV จริงอยู่ที่ 0.068 USD/kWh

ในอีกไม่กี่ข้างหน้าระบบ PV จะเป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้าหลักที่มีศักยภาพและเติบโตได้อย่างรวดเร็วในหลายๆประเทศทั่วโลก การเพิ่มขึ้นของการขยายตลาด PV นั้นเกิดจากการพัฒนาจากความสามารถในการแข่งขันของ PV และความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น รวมถึงศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการผลิตไฟฟ้า โดยกลุ่มตลาดส่วนใหญ่ครอบคลุม ตั้งแต่ระบบครัวเรือนขนาดเล็กไปจนถึงการติดตั้งระบบ PV ขนาดใหญ่หรือในระดับ Utility-Scale (ปัจจุบันมีมากกว่า 1 GWp) นอกจากนี้ ยังมีปัจจัยขับเคลื่อนที่ทำให้ตลาด PV สามารถเติบโตได้อย่างรวดเร็วด้วยปัจจัยสำคัญ 2 ประการ ได้แก่ การลดลงของราคาแบตเตอรี่ การใช้อยานยนต์ไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้น และการเข้ามาของโรงงานผลิตไฮโดรเจนสีเขียวเชิงพาณิชย์

ความเชื่อมโยงระหว่างการพัฒนา ระบบ PV และ ยานยนต์ไฟฟ้า อาจยังไม่สามารถเข้าใจได้อย่างตรงไปตรงมา แต่กำลังถูกขับเคลื่อนด้วยการเติบโตของนโยบายการผลิตไฟฟ้าจากระบบ PV เพื่อใช้เอง(Self-Consumption) การอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าในช่วงความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด (Peak Load) จะนำไปสู่การทบทวนรูปแบบของการผลิตไฟฟ้า การพัฒนาอย่างรวดเร็วของตลาดยานยนต์ไฟฟ้าสามารถเทียบกับการพัฒนาตลาด PV ด้วยยอดขายยานยนต์ไฟฟ้าเกือบ 2 ล้านคัน ในปี พ.ศ. 2563 เพียงปีเดียว ซึ่งการรุกรบของตลาด EV มีแนวโน้มที่จะไปเร็วกว่าตลาด PV ในช่วงแรก [6]

2.2 ระบบกักเก็บพลังงาน (ENERGY STORAGE)

เทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงานที่สำคัญในประเทศไทยมีสามประเภท ดังนี้

- โรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบสูบกลับ (Pumped-Storage)

โรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบสูบกลับเป็นการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานน้ำ มีหลักการดังนี้ โรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบสูบกลับจะมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งมีหน้าที่สูบน้ำกลับไปอ่างเก็บน้ำที่อยู่ข้างบน และปล่อยน้ำลงมาหมุนกังหันเพื่อผลิตไฟฟ้า และทำแบบซ้ำวนไป [7]

- ระบบกักเก็บพลังงานด้วยเซลล์เชื้อเพลิงร่วมกับพลังงานลม (Wind Hydrogen Hybrid System)

ระบบกักเก็บพลังงานด้วยเซลล์เชื้อเพลิงร่วมกับพลังงานลม มีหลักการทำงาน คือ ใช้กังหันลมผลิตไฟฟ้าจ่ายให้แก่โหลด โดยไฟฟ้าที่ผลิตมาเกินจำเป็นจะถูกจ่ายให้กับเครื่องแยกน้ำด้วยไฟฟ้า โดยเครื่องนี้จะทำการแยกแก๊สออกซิเจนและแก๊สไฮโดรเจนออกจากน้ำด้วยไฟฟ้า เมื่อแยกเสร็จนำ

แก๊สไฮโดรเจนไปเก็บในถังบรรจุ ไฮโดรเจนจะถูกนำมาใช้อีกครั้ง ในช่วงเวลาที่มีความต้องการใช้ไฟสูง โดยการนำมาใช้ผลิตไฟฟ้าผ่านเซลล์เชื้อเพลิง [8]

- ระบบกักเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่ (Battery Energy Storage System , BESS)

ระบบกักเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่สามารถนำไปเสริมการทำงานได้หลากหลายส่วนในระบบไฟฟ้าทั้งระบบผลิต ระบบส่ง และระบบจำหน่าย เนื่องจากระบบกักเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่สามารถตอบสนอง การเปลี่ยนแปลงในระยะเวลานั้นๆ ได้ดี ในด้านเทคโนโลยีของระบบกักเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่ที่ได้รับความนิยมในปัจจุบันมี 4 ประเภท ได้แก่ แบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด (Lead-Acid Battery) แบตเตอรี่โซเดียมซัลไฟต์ (NaS Battery) และแบตเตอรี่วานาเดียมรีดอกซ์ (Vanadium Redox Flow Battery)



ตารางดังต่อไปนี้จะแสดงการเปรียบเทียบระบบกักเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่ในแต่ละเทคโนโลยี
ที่มา: O. Palizban and K. Kauhaniemi “Energy Storage Systems in Moderngrid -Matrix of Technologies and Application,” J. Energy Storage, vol 6, pp 248-259, May 2016)

ตารางที่ 2 เทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่

Technologies	Name	Capacity (MWh)	Power (MW)	Response time	Discharge time	Life time (Years)	Efficiency (%)	Advantage	Disadvantage
Electrochemical	Lead - acid	0.25-50	≤ 100	millisecond	≤ 4 h	≤ 20	≤ 85	Highly recycleable and low-cost	Heavy, poor energy density
	Lithium-ion	0.25-25	≤ 100		≤ 1 h	≤ 15	≤ 90	High storage Capacity and long life cycle	
	NaS	≤ 300	≤ 50		≤ 6 h	≤ 6	≤ 80	High storage capacity and low cost	Works only when Na and S are Liquid (290-390 °C)
	Vanadium Redox	≤ 250	≤ 50	≤ 10 min	≤ 8 h	≤ 10	≤ 80	Possible to use in various renewable sources.	

- แบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด (Lead- Acid Battery)

แบตเตอรี่ตะกั่ว-กรดนิยมใช้แพร่หลายเนื่องจากมีคุณสมบัติสามารถนำกลับมาอัดประจุไฟฟ้าซ้ำได้ วัสดุที่ใช้ทำขั้วอิเล็กโทรดของแบตเตอรี่ที่ทำมาจากตะกั่วออกไซด์ (PbO_2) กับตะกั่ว (Pb) ซึ่งราคาค่อนข้างถูกเมื่อเทียบกับเทคโนโลยีแบตเตอรี่อื่น อย่างไรก็ตามแบตเตอรี่ชนิดนี้มีค่าความหนาแน่นเชิงพลังงานต่อหนึ่งหน่วยความจุอยู่ที่ประมาณ 20 Wh/L ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ต่ำเมื่อเทียบกับเทคโนโลยีแบตเตอรี่อื่น อีกทั้งไม่สามารถ ทำงานได้ดีในระดับที่มีค่ากระแสไฟฟ้าสูง และมีอายุการใช้งานสั้นประมาณ 3 ถึง 12 ปี การใช้งานส่วนใหญ่จะเน้นไปทางด้านเป็นเครื่องสำรองไฟฟ้า (Uninterruptible Power Supply, UPS) แบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด สามารถติดตั้งในไมโครกริด (Microgrid) เพื่อให้ทำงานร่วมกันหรือประสานกับพลังงานหมุนเวียนอื่นๆได้ [10]

- แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน (Lithium-ion Battery)

แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนเป็นเทคโนโลยีแบตเตอรี่หลักในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน และยังได้รับความนิยมในอนาคต เนื่องจากแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนสามารถกักเก็บพลังงานได้ในหน่วยเมกะวัตต์ (Megawatt) ดังนั้นเทคโนโลยีแบตเตอรี่นี้จึงเป็นเทคโนโลยีที่สำคัญที่จะเพิ่มระดับของการกักเก็บพลังงานในระบบไฟฟ้าให้สูงขึ้นได้ นอกจากนี้แบตเตอรี่ชนิดนี้มีค่าความหนาแน่นเชิงพลังงานต่อหนึ่งหน่วยความจุสูง (80-250 Wh/L) สามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงในระบบไฟฟ้าได้ในระดับมิลลิวินาที (Milliseconds) และมีอัตราการคายประจุไฟฟ้าในขณะที่แบตเตอรี่ยังไม่ได้ทำงาน (Self-Discharge Rate) ค่อนข้างต่ำ (5% จากระดับพลังงานปัจจุบัน) อีกทั้งแบตเตอรี่ชนิดนี้มีน้ำหนักเบาและมีรอบอายุการใช้งาน (life Cycle) ค่อนข้างสูงประมาณ 2000 ถึง 5000 ครั้ง และในอนาคตมีการพัฒนาให้มีรอบการใช้งานถึง 25000 ถึง 30000 รอบ ข้อเสียของแบตเตอรี่ชนิดนี้คือปัญหาเรื่องความสามารถในการคายประจุไฟฟ้า (Depth of Discharge, %DoD) จะมีค่าลดลงเมื่อนำไปใช้ในระดับที่มีค่ากระแสไฟฟ้าสูง เช่นการอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว (Fast Charge) จะต้องใช้แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนที่มีค่าอัตราการอัดประจุไฟฟ้าต่อการคายประจุไฟฟ้า (C-rate) ประมาณ 3C ถึง 5C ซึ่งเป็นค่าที่สูงต่อราคาของแบตเตอรี่ลิเทียม ไอออนลดลงเร็วมากในทศวรรษที่ผ่านมา ทำให้ปัจจุบันแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนมาต้นทุนราคาต่อหนึ่งหน่วย (Levelized Cost of energy, LCOE) ที่ต่ำลงมากจึงเป็นที่สนใจและเริ่มได้รับความนิยมที่จะนำมาใส่ในระบบไฟฟ้ามากขึ้น

- แบตเตอรี่โซเดียมซัลไฟด์ (NaS Battery)

แบตเตอรี่โซเดียมซัลไฟด์เป็นเทคโนโลยีที่ใช้วัสดุที่ใช้ทำขั้วอิเล็กโทรดของแบตเตอรี่ทำมาจากสารละลายโซเดียม (Na) กับ สารละลายซัลเฟอร์ (S) แบตเตอรี่ชนิดนี้มีค่าความหนาแน่นเชิงพลังงานต่อหนึ่งหน่วยความจุอยู่ที่ประมาณ 367 Wh/L ซึ่งสูงเมื่อเทียบกับเทคโนโลยีอื่น นอกจากนี้ยังมีอายุการใช้งานนานถึง 15 ปี อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีแบตเตอรี่โซเดียมซัลไฟด์มีอุณหภูมิทำงานอยู่ที่ 290 จนถึง 390 องศาเซลเซียส ซึ่งในทางปฏิบัติเป็นอุณหภูมิที่สูงมาก ดังนั้นแบตเตอรี่โซเดียมซัลไฟด์จึงเหมาะกับระบบสามารถจัดการความร้อนได้ดี [11]

- แบตเตอรี่วานาเดียมรีดอกซ์ (Vanadium Redox Flow Battery)

แบตเตอรี่วานาเดียมรีดอกซ์เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ปฏิกิริยาทางเคมีที่มีการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันระหว่างธาตุวานาเดียมสอง-สาม กับธาตุวานาเดียมสี่-ห้า ผลิตภัณฑ์ที่ได้คือประจุไฟฟ้าที่สามารถนำมาใช้งานได้ หลักการเพิ่มกำลังไฟฟ้าของแบตเตอรี่วานาเดียมรีดอกซ์คือเพิ่มพื้นที่หน้าตัดแบตเตอรี่วานาเดียมรีดอกซ์คือความสามารถปรับขนาดของกำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้าได้แบบอิสระตามวิธีข้างต้น อย่างไรก็ตามแบตเตอรี่วานาเดียมรีดอกซ์ยังมีข้อจำกัดในเรื่องการจัดหาธาตุวานาเดียมซึ่งมีอยู่อย่างจำกัดในตลาด [12]

สำหรับในประเทศไทยระบบกักเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่เป็นการปรับปรุงระบบส่งไฟฟ้า และระบบจำหน่ายไฟฟ้า โดยการติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานเพื่อลดปัญหาการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนที่ไม่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้อย่างสม่ำเสมอ ให้มีความผันผวนของกระแสไฟฟ้าได้มั่นคงยิ่งขึ้นอีกทั้ง รองรับการเพิ่มขึ้นของโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนในอนาคต การติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่โดยเลือกติดตั้งเทคโนโลยีแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนในระบบจำหน่าย จะสร้างประโยชน์หลายด้านต่อระบบจำหน่าย เช่น ในแง่ของการรองรับความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด การรองรับความผันผวนของพลังงานหมุนเวียน หรือการชะลอการก่อสร้างสถานีผลิตไฟฟ้าและหม้อแปลง เป็นต้น นอกจากนี้การเปลี่ยนหรือจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าในเวลาที่เหมาะสม (Energy Arbitrage) เป็นอีกหนึ่งการดำเนินการที่สามารถประยุกต์ใช้ได้ เนื่องจากแสงอาทิตย์มีต้นทุนต่ำ ดังนั้นในช่วงเวลากลางวัน อาจมีการรับซื้อไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์จากผู้ผลิตไฟฟ้า และขายให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าในระบบจำหน่าย (ด้วยอัตราขายปลีกในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟสูง (Peak) และใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่เหลืออัดประจุไฟฟ้าเข้าระบบกักเก็บพลังงานเพื่อขายในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟสูง (Peak)(ด้วยอัตราขายปลีกในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟสูง(Peak) ก็สามารถทำได้ อย่างไรก็ตามการพิจารณาระบบกักเก็บพลังงานมาติดตั้งในระบบจำหน่ายควรขึ้นอยู่กับราคาต้นทุนของระบบกักเก็บพลังงานและข้อกำหนดด้านนโยบายร่วมด้วย ดังนั้นการดำเนินการดังกล่าวอาจต้องดำเนินการในช่วงเวลาที่ต้นทุนระบบกักเก็บพลังงานลดลงจนสามารถสร้างกำไรได้

ความต้องการใช้งานที่แพร่หลายของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนนี้ได้ก่อให้เกิดการแข่งขันเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีและเพิ่มกำลังการผลิตอย่างต่อเนื่อง จนเป็นปัจจัยผลักดันให้ต้นทุนแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อเทียบกับเทคโนโลยีอื่นๆ[13]

- แบตเตอรี่อีลีลิน (Oilin)

บริษัท คอนเทมโพรารี แอมเพอเร็กซ์ เทคโนโลยี จำกัด หรือ ซีเอทีแอล (CATL) ผู้ผลิตแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนสำหรับยานยนต์ ชี้นำของจีน เปิดเผยว่า แบตเตอรี่อีลีลิน ใช้เทคโนโลยีซีทีพีรุ่นที่ 3 ที่มีประสิทธิภาพความจุ 72% และความหนาแน่นพลังงานสำหรับระบบแบตเตอรี่เทอร์นารีสูงถึง 255 วัตต์ชั่วโมงต่อกิโลกรัม โดยเทคโนโลยีซีทีพีนั้น มุ่งเน้นความหนาแน่นของพลังงานระบบ ลดความซับซ้อนในการผลิต และช่วยปรับลดต้นทุน ซึ่งทำได้ด้วยการผสมผสานเซลล์ในชุดแบตเตอรี่โดยตรง โดยไม่มีโมดูล ทำให้แบตเตอรี่อีลีลินมีจุดเด่นในด้านอายุการใช้งาน มีความทนทานต่อแรงสั่นสะเทือน นอกจากนี้ยังใช้เวลาเพียง 10 นาที ในการชาร์จแบตเตอรี่แต่ละครั้ง โดยเซลล์แบตเตอรี่สามารถเย็นตัวอย่างรวดเร็ว ซึ่งช่วยป้องกันการนำความร้อนที่ผิดปกติระหว่างเซลล์ได้ [14]

2.3 ยานยนต์ไฟฟ้า

ยานยนต์ไฟฟ้า เป็นเทคโนโลยีสมัยที่มีความนิยมมากขึ้นในปัจจุบัน ด้วยเหตุผลหลายประการ อาทิเช่น การลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์สู่อากาศ ลดมลพิษทางเสียง เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ใช้พลังงานสะอาด ทำให้อุตสาหกรรมยานยนต์โลกตอนนี้มุ่งไปสู่การพัฒนาชนิดไฟฟ้ามากขึ้น ซึ่งยานยนต์ไฟฟ้าสามารถแบ่งได้ 4 ประเภทดังนี้

- ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด (Hybrid Electric Vehicle: HEV)

ประกอบด้วยเครื่องยนต์ลูกสูบ และมอเตอร์ไฟฟ้า โดยหลักการทำงานจะมีดังนี้ คือ เครื่องยนต์ลูกสูบจะเป็นกำลังหลักในการขับเคลื่อนโดยจะใช้เชื้อเพลิงเป็นพลังงาน และในส่วนของมอเตอร์ไฟฟ้าจะเป็นตัวเสริมเพิ่มกำลังในการเคลื่อนที่ของยานยนต์ ซึ่งจะใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ที่ประจุมาจากไฟฟ้าส่วนเกินของพลังงานกล

- ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน (Plug-in Hybrid Electric Vehicle: PHEV)

ยานยนต์ไฟฟ้าที่สามารถชาร์จพลังงานไฟฟ้าได้ ทำให้นต์ประเภทนี้มีพลังงานที่ใช้ในการขับเคลื่อนเพิ่มขึ้นอีกหนึ่งแหล่ง สามารถเดินทางได้ระยะทางที่ไกลขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับยานยนต์ไฟฟ้าระบบ PHEV มี 2 ประเภท ได้แก่ แบบ Extended range EV (EREV) และแบบ Blended PHEV โดยแบบ EREV ระบบทำงานโดยใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นส่วนใหญ่ แต่แบบ Blended PHEV มีการทำงานผสมผสานระหว่างเครื่องยนต์และไฟฟ้า

- ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ (Battery Electric Vehicle: BEV)

ยานยนต์ประเภทนี้ ออกแบบมาเพื่อใช้พลังงานไฟฟ้าแทนพลังงานเชื้อเพลิง ในห้องเครื่องจะมีเพียงมอเตอร์ไฟฟ้า และใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ โดยระยะทางที่สามารถเคลื่อนที่ได้จะขึ้นอยู่กับการออกแบบและขนาดแบตเตอรี่

- ยานยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง

ยานยนต์ไฟฟ้าที่มีเซลล์เชื้อเพลิง(Fuel Cell) ที่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรงจากไฮโดรเจนซึ่งเซลล์เชื้อเพลิงมีค่าความจุพลังงานจำเพาะที่สูงกว่าแบตเตอรี่ที่มีอยู่ในปัจจุบัน แต่ยานยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิงมีข้อจำกัดในเรื่องการผลิตไฮโดรเจนและโครงสร้างพื้นฐาน [15]

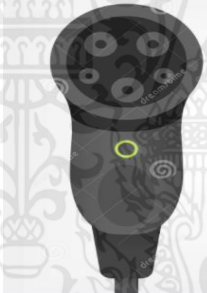
2.4 เทคโนโลยีการอัดประจุไฟฟ้า

อีกหนึ่งเทคโนโลยีที่สำคัญต่อการพัฒนายานยนต์ไฟฟ้า คือ เทคโนโลยีการอัดประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้าจะต้องมีการอัดประจุไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าหลักซึ่งการอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีปัจจุบันสามารถทำได้ 3 วิธี ประกอบไปด้วย

- การอัดประจุไฟฟ้าด้วยสถานีไฟฟ้า (EV Charging Station)

การอัดประจุด้วยสถานีไฟฟ้าเป็นการเชื่อมต่อยานยนต์ไฟฟ้าเข้ากับระบบไฟฟ้าโดยผ่านการเสียบปลั๊กของยานยนต์ไฟฟ้า โดยการอัดประจุให้กับแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้ามีหลายรูปแบบ อาทิเช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา อ้างอิงตามมาตรฐานของสมาคมวิศวกรรมยานยนต์นานาชาติ (SAE J1772) ในส่วนของประเทศยุโรป อ้างอิงมาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานสากล (ISO/IEC 61851-1) ซึ่งมาตรฐาน IEC จะครอบคลุมระบบอัดประจุแบบเร็วด้วยไฟฟ้ากระแสตรง(DC) ที่เรียกว่า CHAdeMO ของประเทศญี่ปุ่นและระบบการอัดประจุเฉพาะของจีน เป็นต้น โดยแต่ละมาตรฐานจะกำหนดจะกำหนดลักษณะของหัวประจุแตกต่างกัน สำหรับส่วนส่วนของมาตรฐานอเมริกา(SAE J1772) มีการกำหนดหัวอัดประจุและลักษณะการอัดประจุออกเป็น 2 ประเภทหลักตามระบบไฟฟ้า (กระแสตรงหรือกระแสสลับ) โดยในแต่ละระบบนั้น จะมีการแยกย่อยออกเป็นระดับอีก 2 ระดับ (Level) ตามตารางดังนี้

ตารางที่ 3.1 จำแนกประเภทการอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าตามมาตรฐาน SAE J1772

EV Charger Type	Feature
AC Level 1 	- PEV ประกอบด้วย On-board Charger -สามารถชาร์จไฟ(Single Phase)ด้วยกำลัง 7.4 kW ขึ้นอยู่กับความสามารถในการชาร์จไฟของกริดและ ความสามารถในการรับไฟของรถ นอกจากนั้นมันยังสามารถใช้ได้กับไฟทั้ง 120 และ 240 โวลต์ -เวลาในการชาร์จ PHEV: 7 hrs (SOC 0% to full) BEV: 17 hrs (SOC 20% to full)
 AC Level 2	- PEV ประกอบด้วย On-board Charger สามารถชาร์จไฟ(Single phase) ด้วยกำลัง 7 kW -สามารถชาร์จไฟ(Three Phase) ด้วยกำลัง 22 kW ขึ้นอยู่กับความสามารถในการชาร์จไฟของกริดและ ความสามารถในการรับไฟของรถ นอกจากนั้นมันยังสามารถใช้ได้กับไฟ 240 V -เวลาในการชาร์จ สำหรับ on-board charger 20 kW PEV: 22 min (SOC 0% to full) BEV:1.2 hrs (SOC 20% to full)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC Level 1  CCS TYPE 1 (SAE J1772-2009)	-สามารถชาร์จผ่านหัวจ่าย DC ได้โดยไม่ต้องแปลงกระแสผ่าน on-board -สามารถชาร์จไฟด้วยกำลัง 40 kW -เวลาในการชาร์จด้วยกำลัง 20 kW PHEV: 22 min (SOC 0% to full) BEV: 1.2 hrs (SOC 20% to full)
DC Level 2  CCS TYPE 2 (MENNEKES)	-สามารถชาร์จผ่านหัวจ่าย DC ได้โดยไม่ต้องแปลงกระแสผ่าน on-board -สามารถชาร์จไฟด้วยกำลัง 100 kW -เวลาในการชาร์จด้วยกำลัง 45 kW PHEV: 10 min (SOC 0% to 80%) BEV: 20 min (SOC 20% to 80%)

ที่มา: Pontical. (2012). “EVs get Boost from New SAE Standard for DC FAST Charging”

Automotive Engineering International. Nov 6, 2012. SAE International. ,

<https://interchargers.com/wp-content/uploads/2021/01/CCS-Type-2-Combo.jpg> ,
[J1772 Stock Illustrations – 43 J1772 Stock Illustrations, Vectors & Clipart - Dreamstime](#)

ในมาตรฐานยุโรป (IEC 61851-1) จะจำแนกลักษณะการอัดประจุออกเป็น 4 โหมด ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.2 ระดับการอัดประจุแบตเตอรี่ตามมาตรฐาน IEC 61851-1

Output Mode	Specific Connector for EV	Type of Charge	Maximum Current	Protections	Special Feature
Mode 1	No	Slow in AC	16 A per phase (3.7 kW - 11kW)	Only for portable cord-sets and not include the IC-CPD (Protective device)	EV connection to the AC network using standard power connection
Mode 2	No	Slow in AC	16 A per phase (3.7 kW - 22 kW)	The installation requires earth leakage and circuit breaker protection	Special cable with intermediate electronic device with pilot control function and protections
Mode 3	Yes	Slow or semi-quick Single-phase or Three-phase	63 A per phase (14.5 kW)	Included in the special infrastructure for EV	EV connection to the AC power supply using a specific device (SAVE)
Mode 4	Yes	In DC	105 A DC current (50 kW)	Installed in the infrastructure	EV connection using a fixed external charger

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มา: Circutor , SA. “Electric vehicle smart charge”. Retrieved from

http://circutor.com/docs/CA_V_03.pdf

การอัดประจุไฟฟ้าสามารถใช้ได้กับระบบไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ ซึ่งทั้ง 2 แบบก็มีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกัน อาทิเช่น ระบบไฟฟ้ากระแสตรงใช้เวลาในการประจุแต่ละครั้งค่อนข้างน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ แต่จะมีข้อเสียตรงที่มีความร้อนในการประจุแต่ละครั้งสูง ซึ่งอาจส่งผลต่ออายุการใช้งานแบตเตอรี่ ส่วนระบบกระแสสลับใช้เวลานานถึง 5-8 ชั่วโมง ต่อการประจุไฟฟ้าแต่ละครั้ง แต่จะมีข้อดีตรงที่สามารถยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ได้

- การอัดประจุไฟฟ้าด้วยสถานีสับเปลี่ยนแบตเตอรี่ (Battery Swapping)

วิธีอัดประจุด้วยสถานีสับเปลี่ยนไฟฟ้า เป็นวิธีที่ประจุไฟฟ้าใส่แบตเตอรี่ที่แยกออกมาจากยานยนต์ โดยจะทำเหมือนเป็นสินค้าที่รอลูกค้ามาซื้อ โดยวิธีนี้ เมื่อลูกค้าต้องการแบตเตอรี่ ทางสถานีสับเปลี่ยนแบตเตอรี่จะนำแบตเตอรี่ที่ประจุไฟฟ้าเต็มแล้ว ให้แก่ลูกค้า แล้วนำแบตเตอรี่ที่หมดของลูกค้ามาสลับเปลี่ยนชาร์ตหมุนเวียนกัน ข้อดี คือ ไม่ต้องใช้เสียเวลาในการชาร์ตแบตเตอรี่ แต่ยังไม่เป็นที่นิยมเนื่องจากยังมีข้อจำกัดในเทคโนโลยีและความปลอดภัย

- การอัดประจุไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ (Inductive Charging)

วิธีการอัดประจุด้วยการอัดไฟฟ้าเหนี่ยวนำ เป็นการอัดประจุไฟฟ้าโดยใช้หลักการเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเข้าไปในแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า แต่ในปัจจุบันยังมีข้อจำกัดต่างๆด้านเทคโนโลยี นอกจากนี้ยังมีปัญหาด้านค่าใช้จ่ายในการลงทุนที่สูงทำให้วิธีการนี้ยังไม่เป็นที่นิยม [16]



รูปที่ 2.1 เทคโนโลยีการอัดประจุไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ

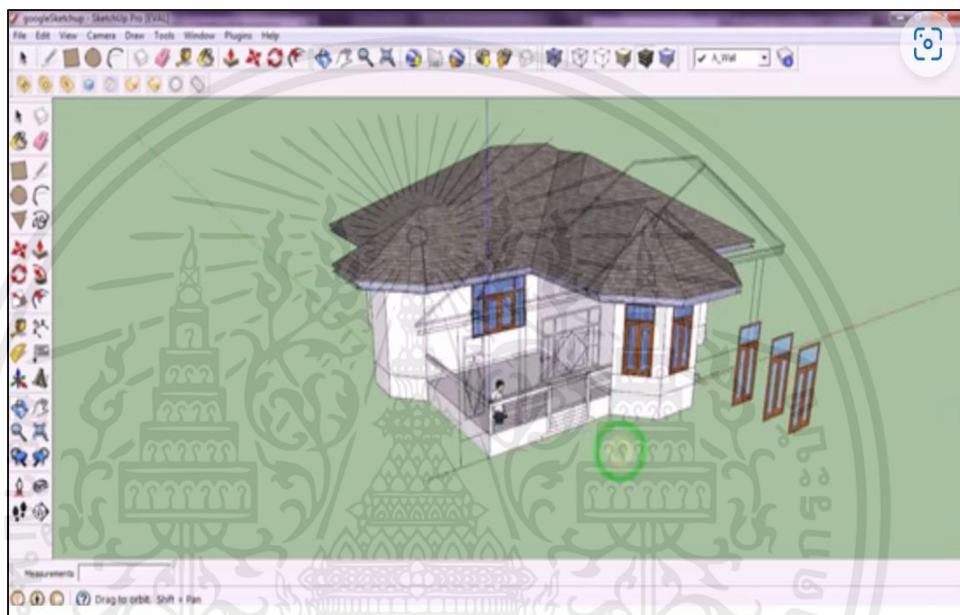
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 โปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบระบบการติดตั้งพลังงานแสงอาทิตย์

โดยโปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบสำหรับการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์มี 2 โปรแกรมด้วยกัน ดังนี้

- โปรแกรม Sketchup

SketchUp เป็นโปรแกรมสำหรับออกแบบและขึ้นรูปโมเดล 3 มิติ ซึ่งเราจะใช้โปรแกรมนี้จะสำหรับออกแบบอาคารสำหรับออกแบบอาคารและวางแผนโซลาร์เซลล์เพื่อเป็นโมเดลต้นแบบสำหรับใช้งานต่อในโปรแกรม PVsyst [17]

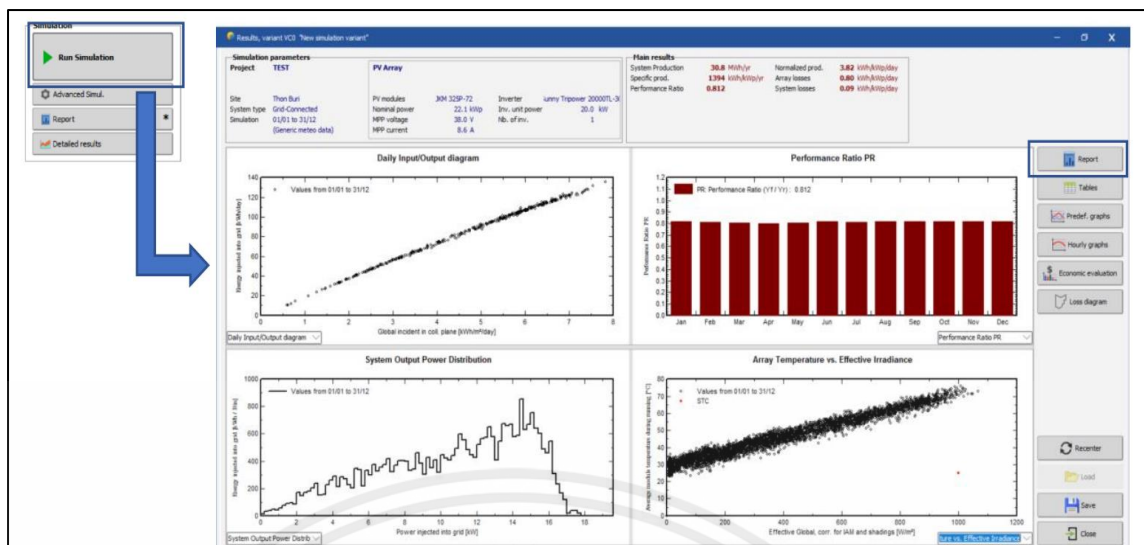


รูปที่ 2.2 โปรแกรม Sketchup

- โปรแกรม PVsyst

โปรแกรม PVSYSY เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบและจำลองระบบพลังงานแสงอาทิตย์ โดย ผู้ใช้งานโปรแกรมสามารถระบุขนาดพิกัดของกำลังผลิตหรือพื้นที่ในการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์รวมทั้ง ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เช่น มุมเงยของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ทิศที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์รับแสง และค่าสูญเสีย ต่างๆ เป็นต้น อีกทั้งยังสามารถเลือกแผงเซลล์แสงอาทิตย์และอินเวอร์เตอร์ตามรายชื่อผลิตภัณฑ์และผู้ผลิต เพื่อเปรียบเทียบหรือหาขนาดกำลังผลิตของระบบพลังงานแสงอาทิตย์ได้ ซึ่งโปรแกรม PVSYSY สามารถเลือก จำลองระบบพลังงานแสงอาทิตย์ได้ 3 รูปแบบ คือ ระบบพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับเชื่อมต่อกับระบบจำหน่าย (Grid-Connected), ระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกตัวอิสระ (Standalone) และระบบพลังงาน แสงอาทิตย์สำหรับเครื่องปั้มน้ำ(Pumping) [18]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



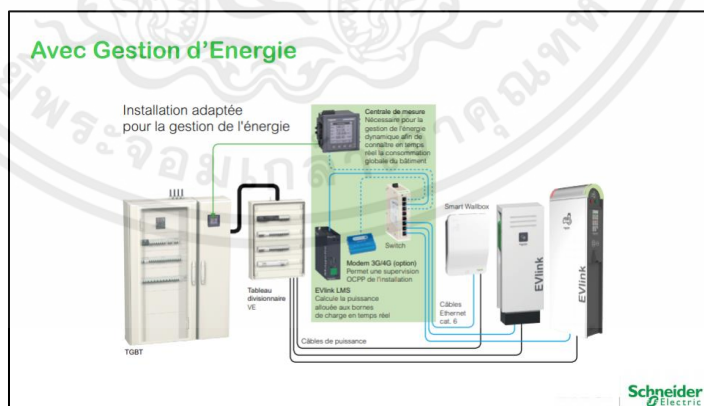
รูปที่ 2.3 PVsyst

2.6. องค์ประกอบที่แสดงถึงความเป็นไปได้ในการบริการจัดการพลังงานที่เป็นรูปธรรม(เทคโนโลยีและกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องกับระบบบริหารจัดการพลังงาน)

2.6.1 เทคโนโลยีบริหารจัดการพลังงานในท้องตลาดปัจจุบัน

- บริษัท Schneider

บริษัทแห่งนี้ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี EV Charging Management ได้แก่ EVlink Load Management System ที่สามารถควบคุมการอัดประจุของสถานีอัดประจุไฟฟ้า ได้มากกว่า 50 แห่งต่อ 1ระบบ โดยรองรับการสั่งงานผ่านเทคโนโลยี 3G/4G ได้ด้วย



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของบริษัท Schneider

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- บริษัท Energy Pool

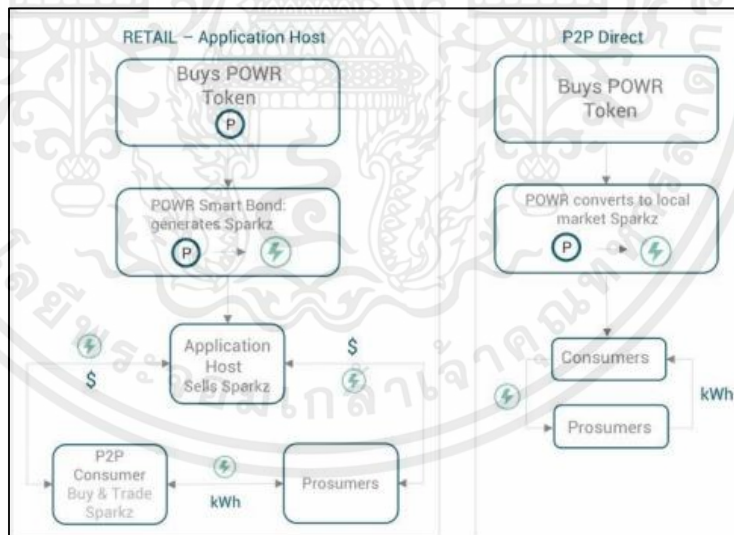
บริษัทแห่งนี้ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี DERMS ได้แก่ แพลตฟอร์ม DERMS ของที่สามารถควบคุมแหล่งพลังงานหมุนเวียนได้หลากหลาย ตลอดจนแหล่งกักเก็บพลังงาน โดยรองรับโปรโตคอล OpenADR 2.0 และมาตรฐานความปลอดภัยสารสนเทศ ISO/IEC 27001



รูปที่ 2.5 ผลิตภัณฑ์ของบริษัท Energy Pool

- บริษัท Power Ledger

บริษัทแห่งนี้ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี ETP ได้แก่ แพลตฟอร์ม Sparkz ที่สามารถบริหารจัดการการซื้อขายไฟฟ้าโดยอาศัยเทคโนโลยี Blockchain



รูปที่ 2.6 ผลิตภัณฑ์ของบริษัท Power Ledger

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 กรณีศึกษา (Case Study)

- บริษัท ยูทิลิตี้ส์ แอนด์ พาวเวอร์ จำกัด (มหาชน)

บริษัท ดับบลิวเอชเอ ยูทิลิตี้ส์ แอนด์ พาวเวอร์ จำกัด (มหาชน) หรือ WHAUP ได้ลงทุนโครงการโซลาร์เซลล์พร้อมทั้งระบบกักเก็บพลังงานบนหลังคาโรงกรองน้ำของบริษัทฯ ถึง 25 ล้านบาท ขนาดกำลังผลิตไฟฟ้าอยู่ที่ 820 KWp และความจุกักเก็บ 550 KWp การติดตั้งโซลาร์เซลล์และแบตเตอรี่มาผลิตไฟฟ้าเพื่อจ่ายให้โรงกรองน้ำ และเก็บไฟส่วนเกินในแบตเตอรี่ เมื่อเวลาที่ไม่ได้มีแสงอาทิตย์ก็จะนำไฟฟ้าที่เก็บไว้มาใช้ ผลจากการลงทุนสามารถประหยัดต้นทุนพลังงานได้ 4 ล้านบาทต่อปี [19]

- บริษัท ปตท. น้ำมันและการค้าปลีก จำกัด (มหาชน) หรือ พีทีที โออาร์

พีทีที โออาร์ ร่วมมือกับจีพีเอสซี และบริษัทผลิตไฟฟ้าและพลังงานร่วม จำกัด พัฒนาต่อยอดโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ ภายในปั๊มน้ำมันพีทีที สเตชั่น โดยตั้งเป้าจะขยายการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ เป็น 50 แห่ง ภายในปี 2566

บริษัท ปตท. น้ำมันและการค้าปลีก จำกัด (มหาชน) หรือ พีทีที โออาร์ ได้เริ่มโครงการศึกษาและทดลองติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ในสถานีบริการน้ำมัน พีทีที ร่วมกับบริษัท โกลบอล เพาเวอร์ ซินเนอร์ยี่ จำกัด (มหาชน) หรือ จีพีเอสซี และบริษัท ผลิตไฟฟ้าและพลังงานร่วม จำกัด หรือ ซีเอสพีพี ศึกษาความเป็นไปได้เพื่อพัฒนาโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ ระยะที่ 1 ตั้งแต่ปี 2561 โดยทดลองติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ในสถานีบริการน้ำมันจำนวน 3 แห่ง คือ กรุงเทพฯ ชลบุรี และเชียงใหม่ คาดว่าจะผลิตไฟฟ้าได้ภายในครึ่งปีแรกของปี 2562

ส่วนโครงการระยะที่ 2 จะร่วมกับ จีพีเอสซี และ ซีเอสพีพี ศึกษาและพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์พร้อมระบบกักเก็บพลังงาน (Energy Storage) ในสถานีบริการน้ำมันฯ พีทีที โออาร์ ทำหน้าที่เป็นผู้คัดเลือกรูปแบบอาคาร ที่มีความเหมาะสมภายในสถานีบริการฯ เพื่อให้จีพีเอสซี และ ซีเอสพีพี ออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์และการกักเก็บพลังงานไฟฟ้าให้มีความเหมาะสม โดยมีแผนงานร่วมกันในการขยายการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ภายในสถานีบริการน้ำมันให้เป็น 50 แห่ง ภายในปี 2566 [20]

- บริษัท วีอาร์บี เอนเนอร์ยี่ (VRB Energy)

บริษัท วีอาร์บี เอนเนอร์ยี่ จำกัด (VRB Energy) เป็นบริษัทชั้นนำในการผลิตนวัตกรรมด้านแบตเตอรี่วานาเดียมระดับโลก ตอบรับข้อเสนอของบีซีพีจีในการเป็นผู้นำในธุรกิจพลังงานทดแทนและระบบจัดเก็บพลังงานขนาดใหญ่ (Utility-Scale Energy Storage System) การลงทุนครั้งนี้ เป็นการลงทุนเพื่อเร่งขยายกำลังการผลิตให้กับโรงงานผลิต VRB-ESS® ของบริษัทวีอาร์บี เอนเนอร์ยี่ รองรับความต้องการการเติบโตอย่างรวดเร็วของตลาดแบตเตอรี่ในประเทศจีน ประเทศไทย และประเทศในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก

ปัจจุบันแนวโน้มธุรกิจพลังงานทดแทนของโลก มีการเติบโตอย่างต่อเนื่องทั้งจากนโยบายการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนของภาครัฐ และจากต้นทุนการผลิตไฟฟ้าพลังงานสะอาดที่ลดลงอย่างมีเอกสารถูกเป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นัยสำคัญ นอกจากนั้นระบบกักเก็บพลังงานขนาดใหญ่ยังสามารถช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายในการสร้างโรงไฟฟ้าสำรองขนาดใหญ่เพื่อรองรับช่วงเวลาที่มีความต้องการการใช้ไฟฟ้าสูง ของภาครัฐ (Peak Shifting) ดังนั้นระบบจัดเก็บพลังงานไฟฟ้าขนาดใหญ่ (Utility-Scale Energy Storage System) หรือแบตเตอรี่ คือหัวใจสำคัญที่จะช่วยให้พลังงานทดแทนสามารถเป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้าหลักของประเทศได้อย่างมั่นคง

ทั้งนี้ แบตเตอรี่รีดอกซ์โฟลว์ (Redox Flow) ของบริษัท วีอาร์บี เอนเนอร์ยี เป็นแบตเตอรี่ประเภทหนึ่งที่มีความสนใจมากที่สุดในปัจจุบัน เพราะเป็นแบตเตอรี่ที่มีความเสถียร มีต้นทุนต่อหน่วยต่ำ และมีอายุการใช้งานยาวนานที่สุด สามารถเก็บสำรองไฟฟ้าได้เป็นเวลานาน มีความปลอดภัย และมีความสม่ำเสมอในการจ่ายไฟฟ้าได้ดี นอกจากนั้นส่วนประกอบส่วนใหญ่ของแบตเตอรี่ยังสามารถนำกลับมาใช้งานใหม่ได้

แบตเตอรี่รีดอกซ์โฟลว์ (Redox Flow) เป็นแบตเตอรี่ที่เหมาะสมกับการใช้งานในระดับระบบกักเก็บขนาดใหญ่หรือ Utility Scale เพื่อเชื่อมต่อกับระบบสายส่ง เพื่อรองรับระบบเครือข่ายการผลิตพลังงานไฟฟ้าแบบกระจายศูนย์ (Decentralized Generation) หรือโรงไฟฟ้าเสมือนจริง (Virtual Power Plant) ซึ่งเป็นแนวทางการประกอบธุรกิจพลังงานทดแทนในอนาคต [21]

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

ในบทนี้จะกล่าวถึงโปรแกรมต่างๆที่ใช้ในการออกแบบระบบโซลาร์เซลล์ การหาจุดคุ้มทุน และทำใบเสนอราคา และขั้นตอนการดำเนินการต่างๆ เพื่อจัดทำใบเสนอราคา การติดตั้งโซลาร์เซลล์ แบตเตอรี่ และ เครื่องอัดประจุไฟฟ้า สำหรับบ้านเดี่ยว อพาร์ทเมนต์ และ โรงงานอุตสาหกรรม

3.1 โปรแกรมต่างๆที่ใช้ในการออกแบบระบบโซลาร์เซลล์ การหาจุดคุ้มทุน และทำใบเสนอราคา

- โปรแกรม Sketch Up

โปรแกรมนี้เป็นโปรแกรม 3 มิติ ที่ใช้ในการออกแบบขึ้นรูปสิ่งปลูกสร้างต่างๆ โดยใช้สร้างโมเดลหลังคาของสิ่งปลูกสร้าง ที่จะติดตั้งโซลาร์เซลล์ โดยโปรแกรมนี้สามารถนำแผงโซลาร์เซลล์เพื่อไปทดลองวางเพื่อออกแบบบนหลังคาได้ โดยสามารถใส่ขนาดแผง น้ำหนัก โดยโมเดลที่ออกแบบมาจะนำไปใช้งานต่อในโปรแกรม PV Syst

- โปรแกรม PV Syst

โปรแกรมใช้สำหรับออกแบบการติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์ และคำนวณค่ากำลังผลิตออกมา โดยโปรแกรมนี้มีข้อมูลของแสงในแต่ละพื้นที่ทั่วโลก สามารถออกแบบระบบโซลาร์เซลล์ ได้โดยการใส่แผงโซลาร์เซลล์ที่จะใช้ จำนวนแผง ขนาดอินเวอร์เตอร์ จำนวนสติง และใส่โมเดลที่ได้จาก Sketch Up เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการคำนวณ ใส่ค่าความสกปรก ความเสื่อมสภาพของแผง โดยโปรแกรมสามารถคำนวณออกมาและจัดทำเป็นรายงานได้ โดยค่ากำลังผลิตที่ได้ต่อปี จะนำมาใช้คำนวณต่อใน Microsoft Exel เพื่อหาจุดคุ้มทุน

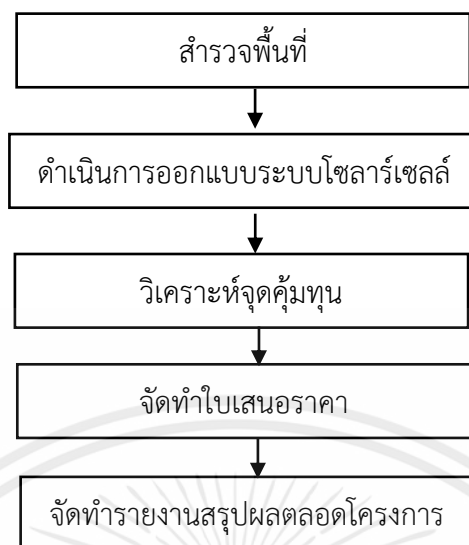
- โปรแกรม Exel

โปรแกรมนี้ใช้สำหรับคำนวณจุดคุ้มทุนโดยจะใส่ค่าต่างๆในการใช้คำนวณ เช่น ค่าไฟฟ้า ค่ากำลังผลิต เงินลงทุนตั้งต้น

- เว็บแอปพลิเคชัน CANVA

CANVA ใช้ในการทำใบเสนอราคา

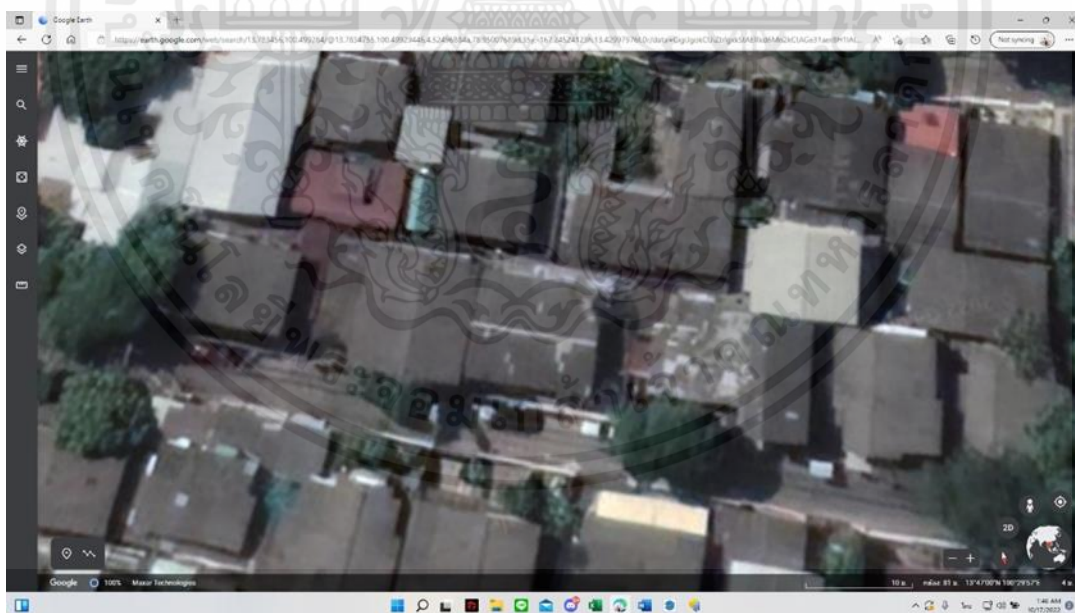
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน



3.2.1 บ้านเดี่ยว

- **สำรวจพื้นที่**

ลงพื้นที่สำรวจ ตรวจสอบขนาดมิเตอร์ ขนาดเบรกเกอร์ พื้นที่หลังคา โครงสร้างบ้าน ถ้าหากไม่



สามารถขึ้นไปบนหลังคาให้ ให้ใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมมาทำการออกแบบ

รูปที่ 3.1 ภาพถ่ายดาวเทียม บ้านเดี่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

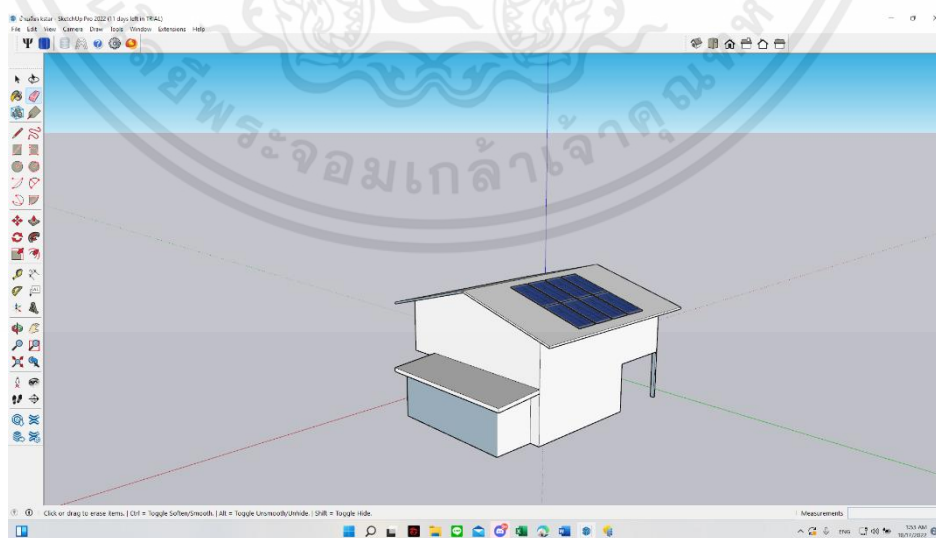


รูปที่ 3.2 มิเตอร์บ้านเดี่ยว

สิ่งที่ต้องคำนึงในการติดตั้งสิ่งแรก คือ พื้นที่หลังคาที่จะใช้ในการติดตั้ง สิ่งต่อมาคือ ความต้องการใช้ไฟฟ้าของบ้านแต่ละหลัง โดยจะนำเลขมิเตอร์ไปคูณเพื่อดูค่าไฟฟ้า โดยบ้านหลังมีค่าไฟ 3500-5000 บาท จะติดตั้งได้ 3kW – 5kW เมื่อได้โครงสร้างตัวบ้านและหลังคา จากนั้นนำข้อมูลไปเพื่อวาดใน Sketch Up

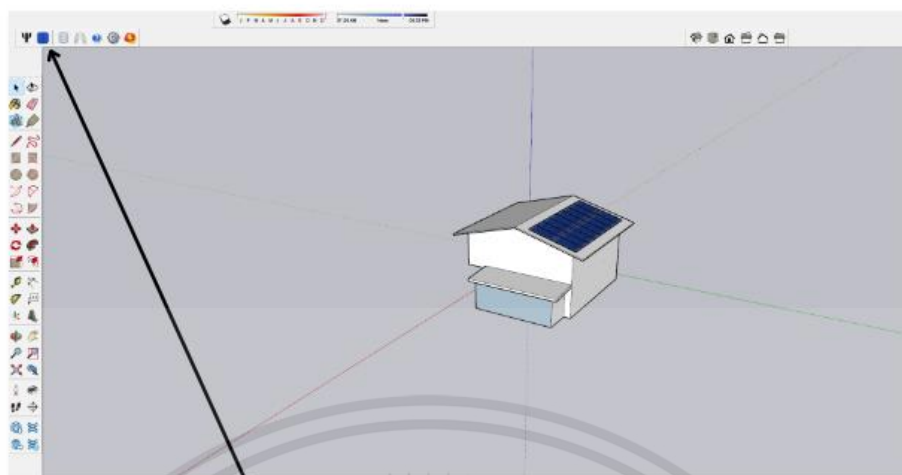
- ดำเนินการออกแบบระบบโซลาร์เซลล์เซลล์

-นำข้อมูลต่างๆที่ได้จากการสำรวจมาขึ้นรูปโมเดลในโปรแกรม Sketch Up



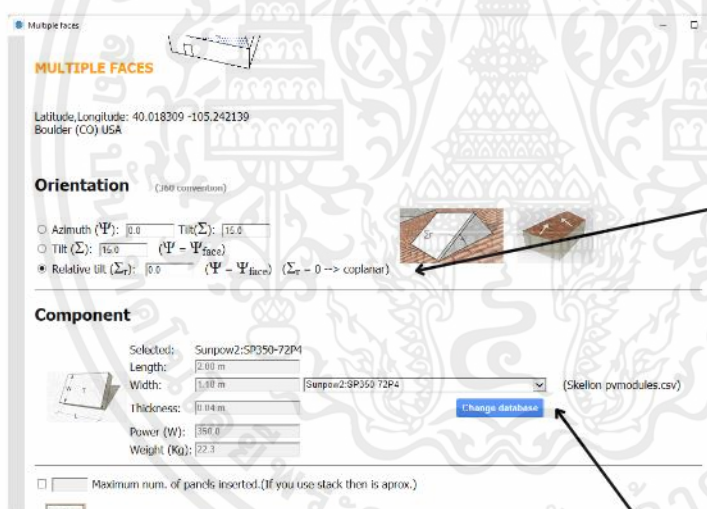
รูปที่ 3.3 Sketch up บ้านเดี่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เมื่อวาดโครงบ้านเสร็จใช้คำสั่ง Skelion ในการใส่แผงโซลาร์เซลล์

รูปที่ 3.4 ใช้คำสั่ง skelion

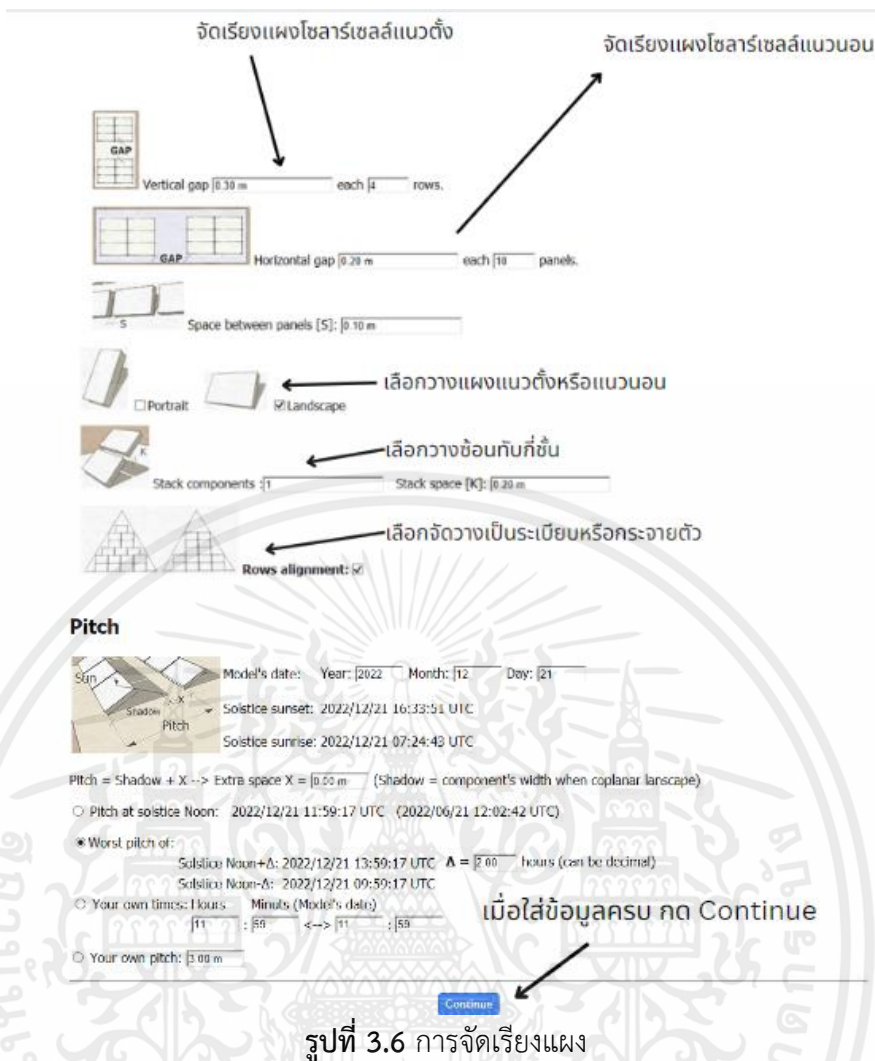


เลือก Relative tilt แล้วใส่มุมมองอาทิตย์ที่ตั้งแผง

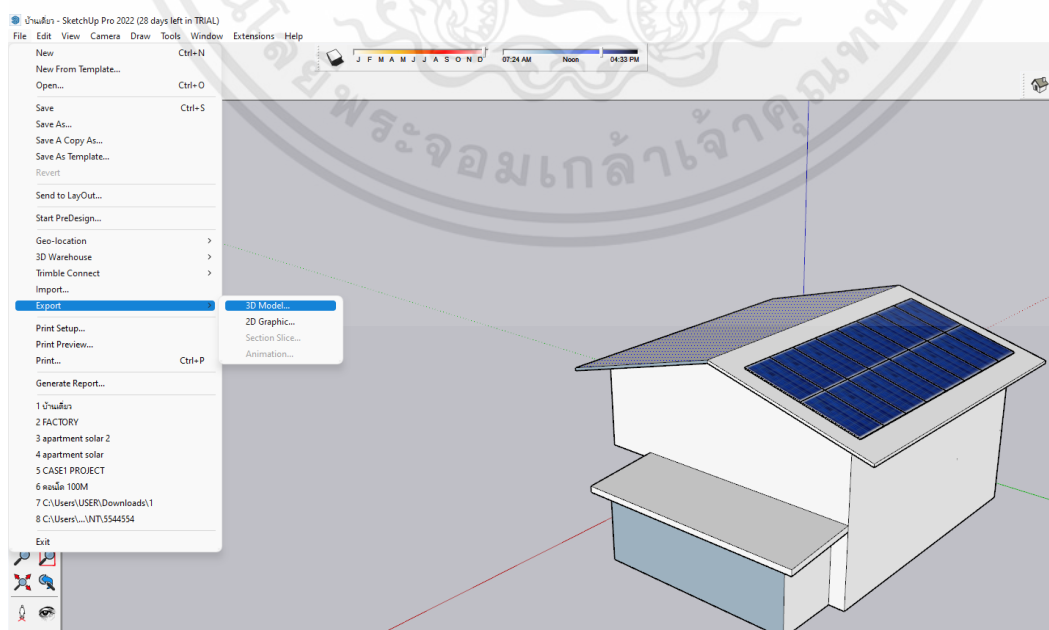
เลือกขนาด และยี่ห้อแผงที่ต้องการ

รูปที่ 3.5 ปรับองศาแผงและเลือกขนาดแผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

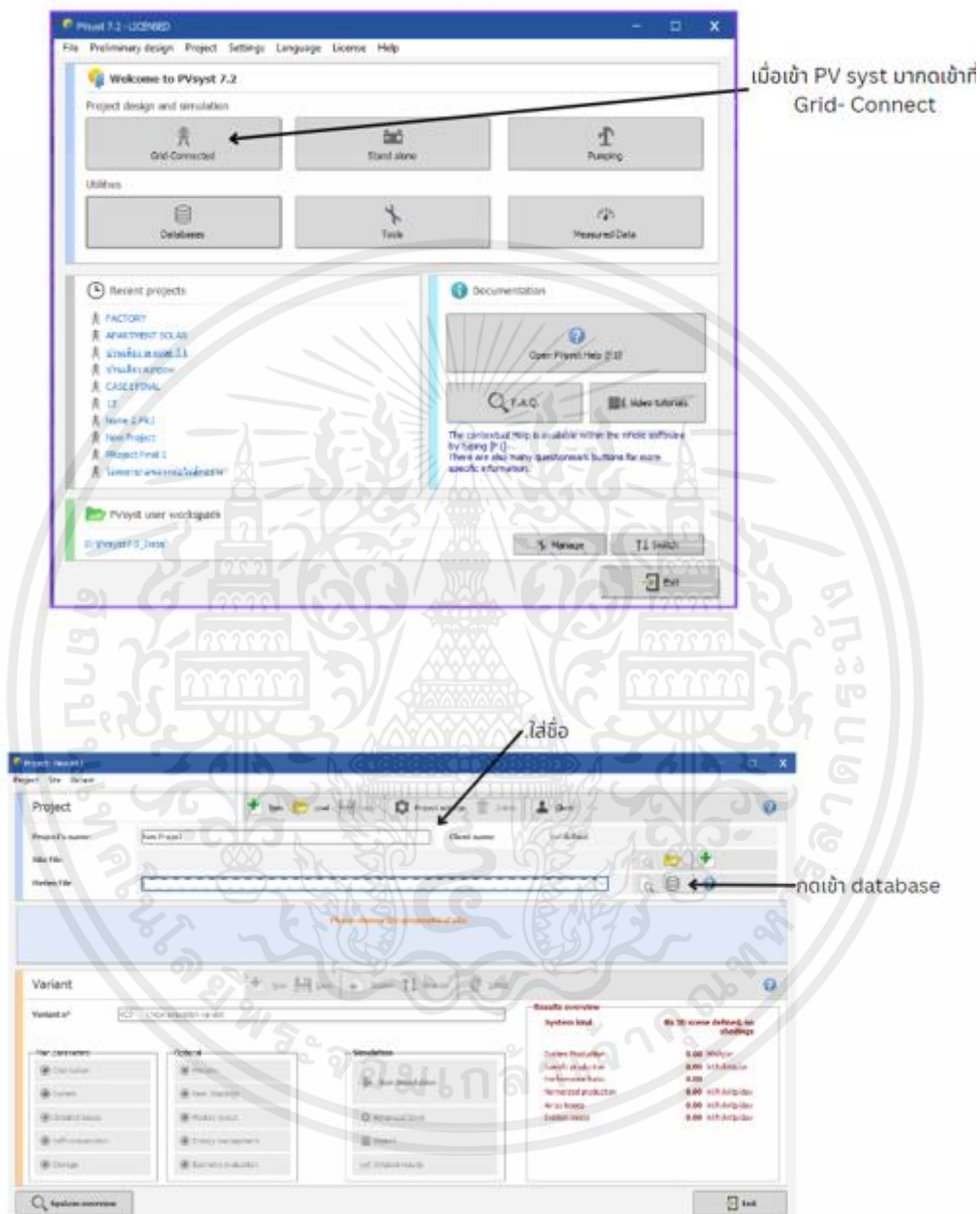


-เมื่อออกแบบโมเดล ใน Sketch Up เสร็จสิ้น Export เป็น 3D Model



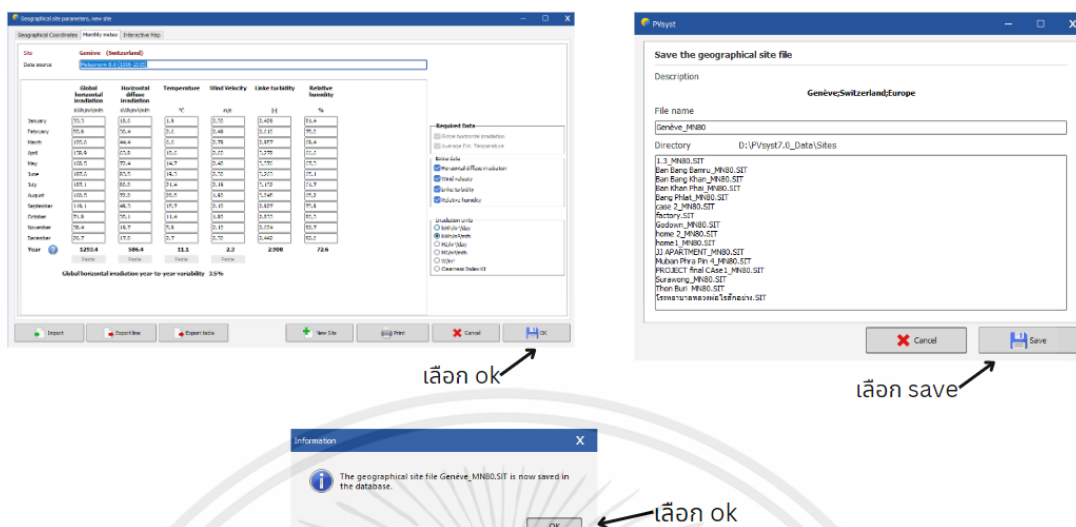
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- จากนั้นเปิด PV Syst ขึ้นมาแล้วดำเนินการตามรูปดังต่อไปนี้

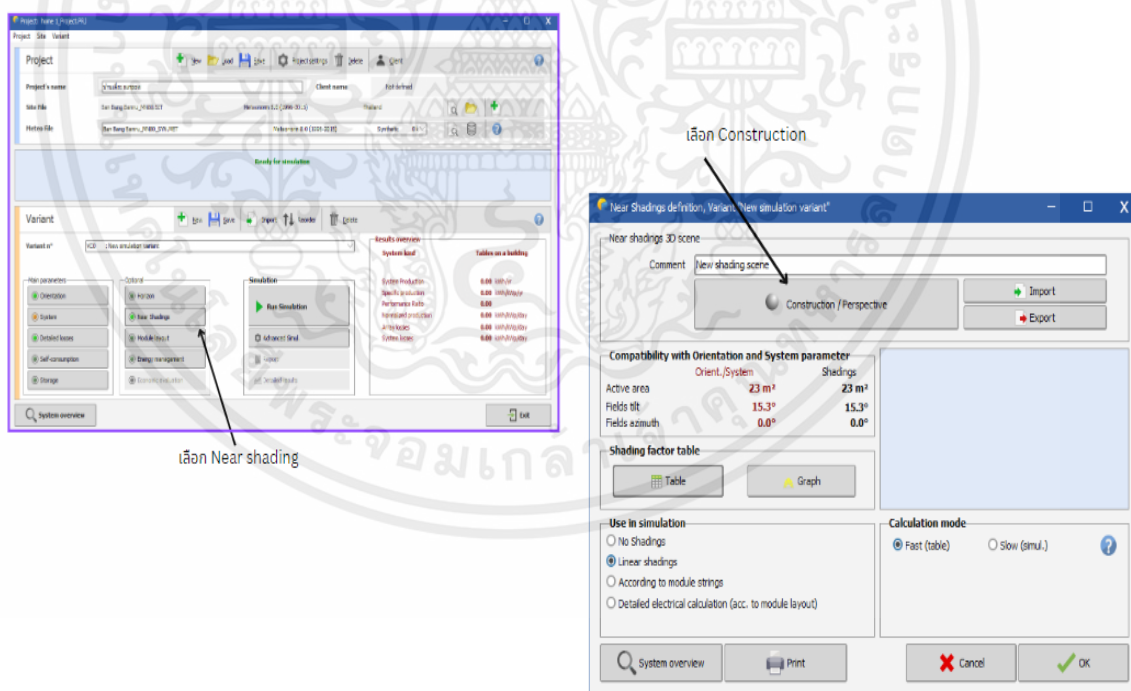


รูปที่ 3.8 เปิดใช้งาน PV syst

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

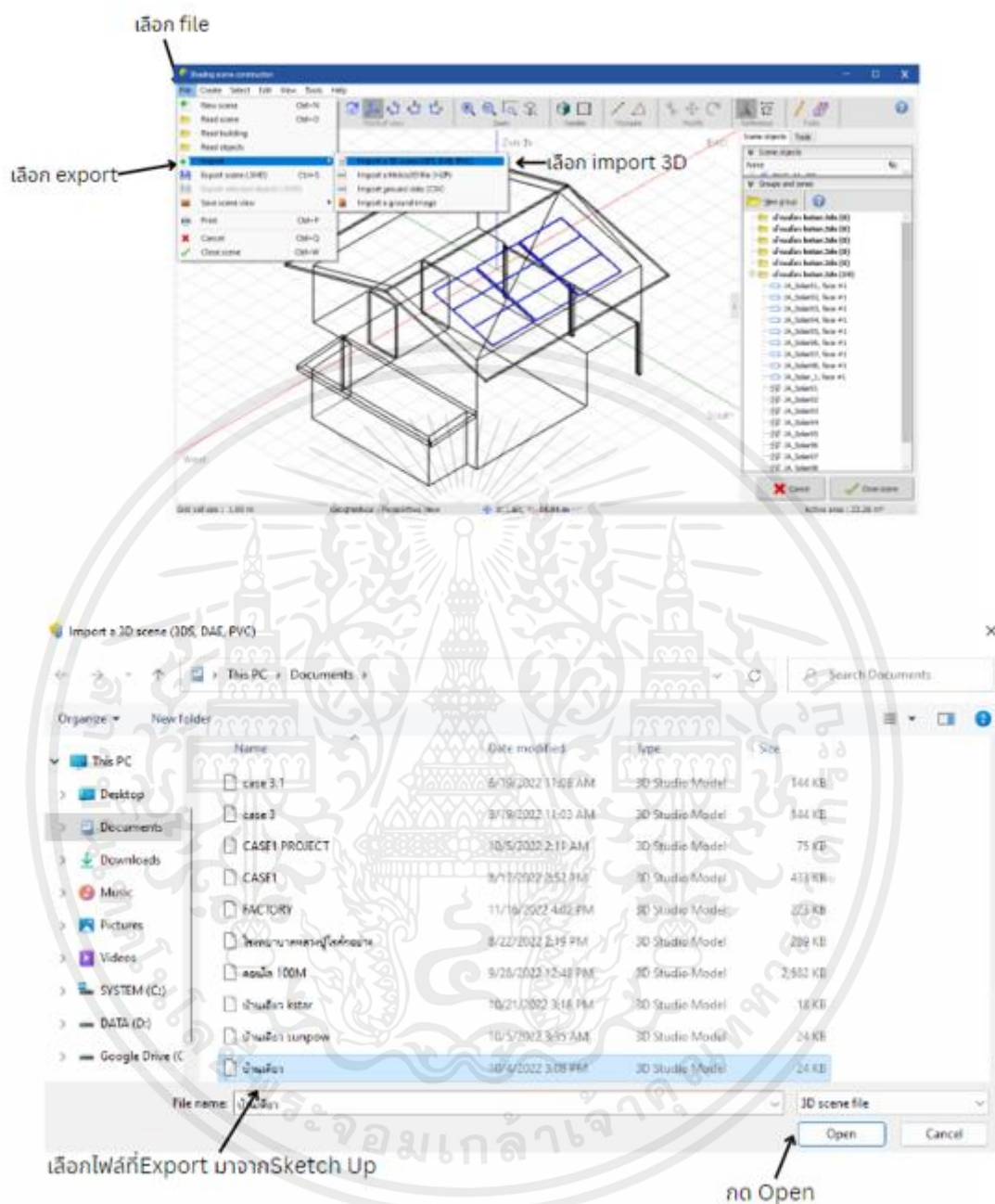


รูปที่ 3.10 บันทึกไฟล์



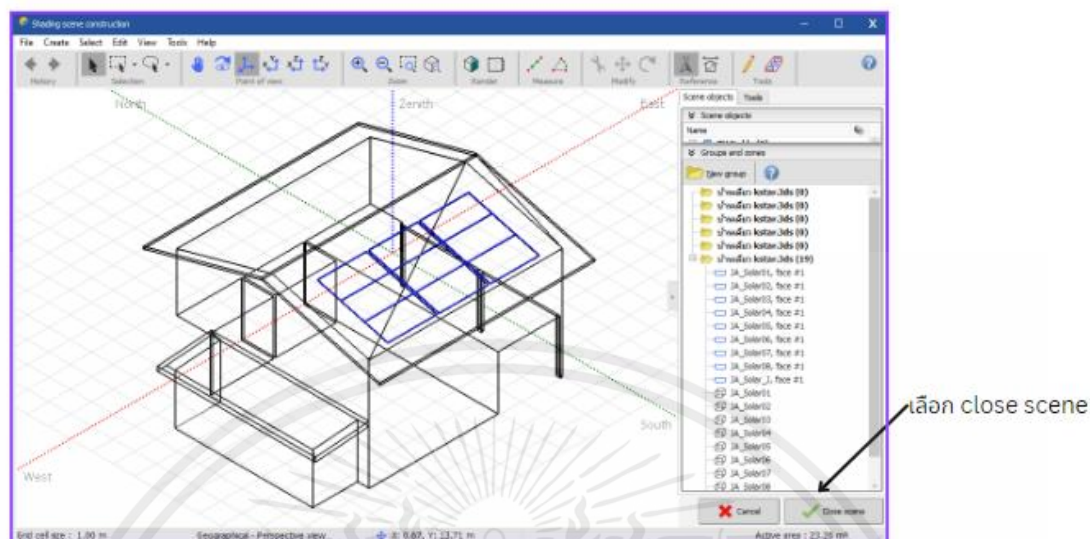
รูปที่ 3.11 ใส่ข้อมูล Near shading

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

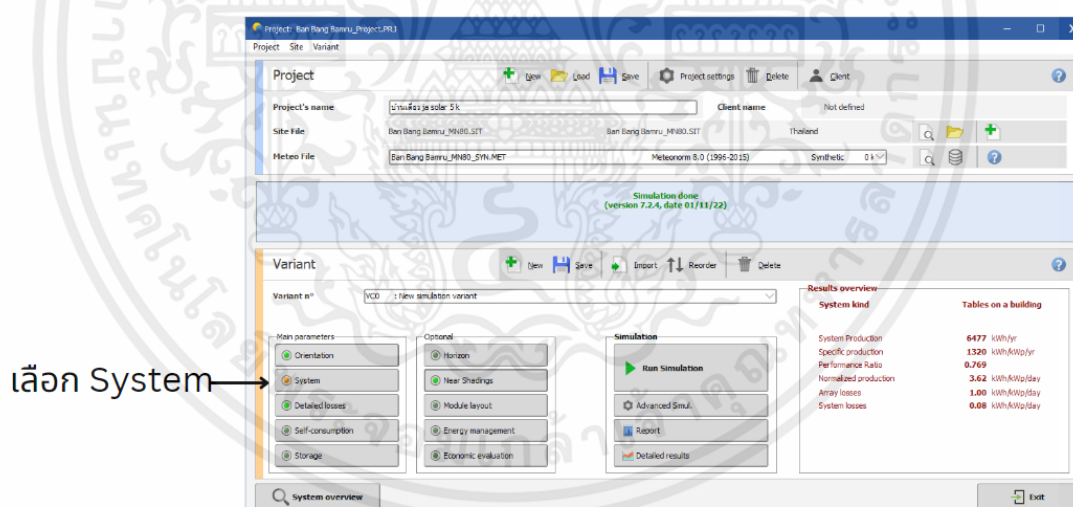


รูปที่ 3.12 Import 3D model

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

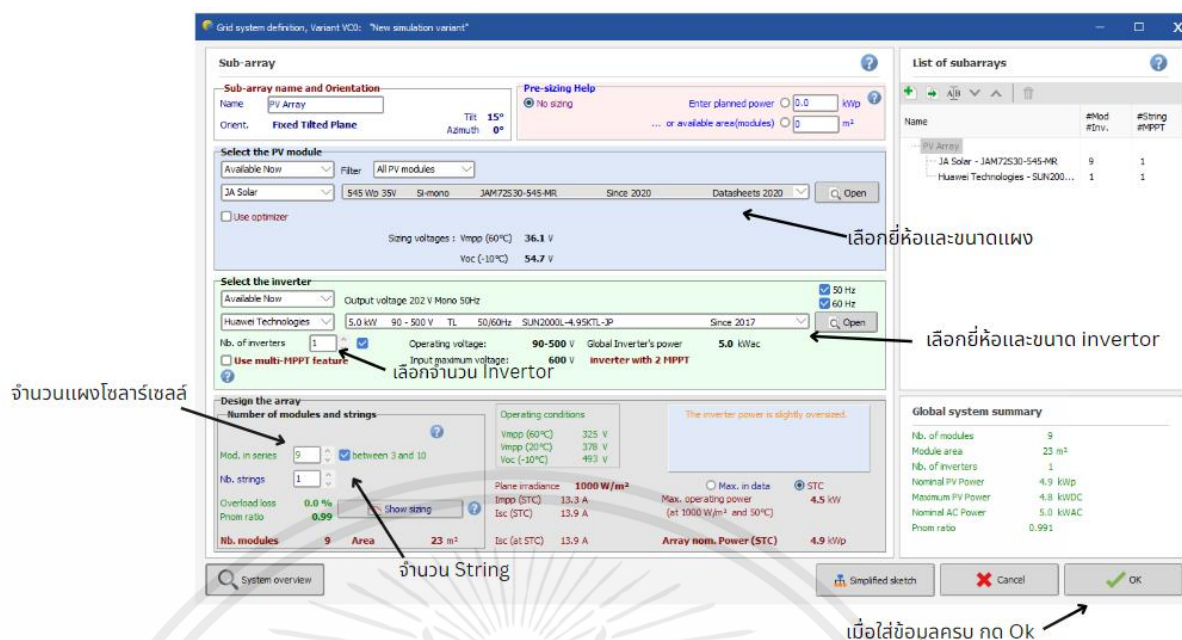


รูปที่ 3.13 เลือก close scene

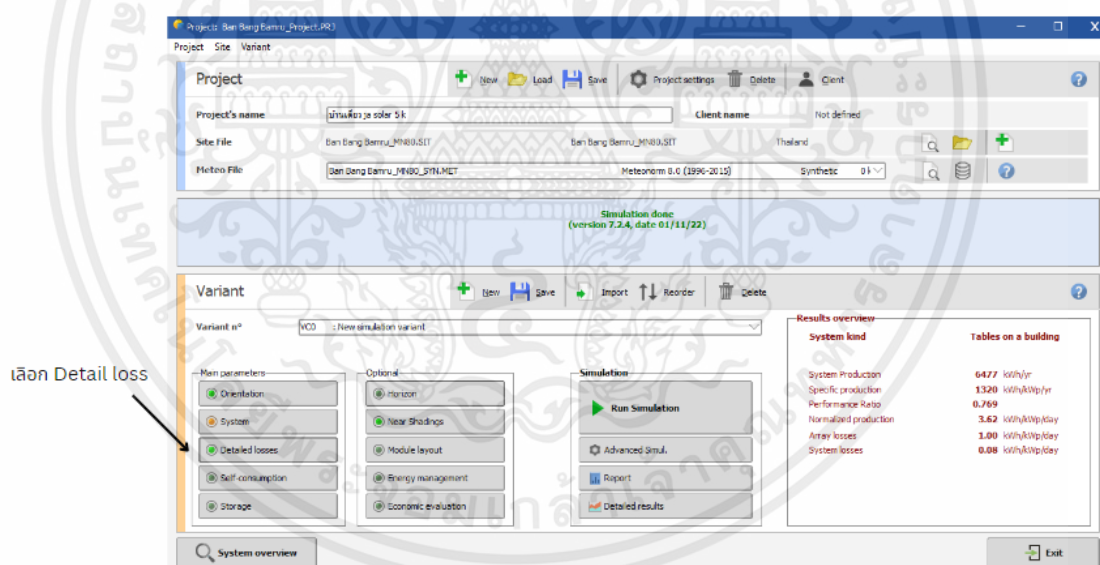


รูปที่ 3.14 เริ่มออกแบบระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

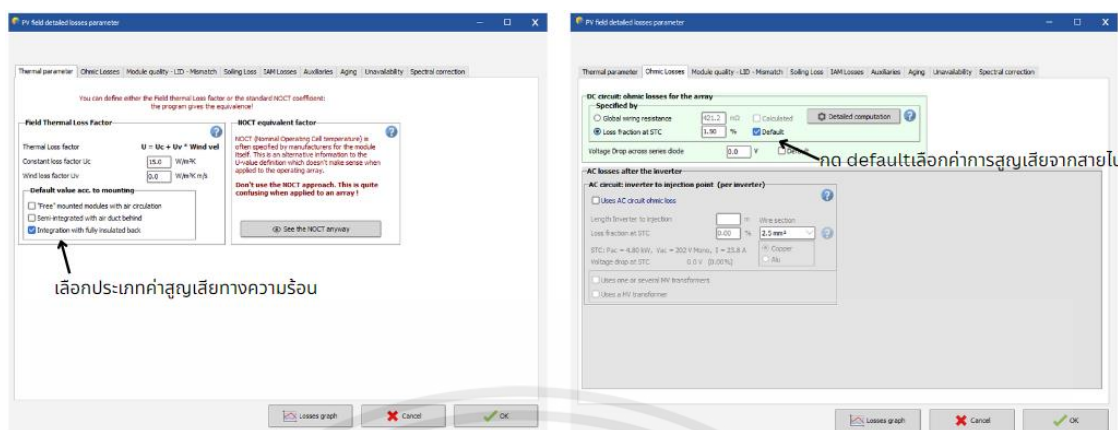


รูปที่ 3.15 เลือกขนาดแผงโซลาร์เซลล์และอินเวอร์เตอร์

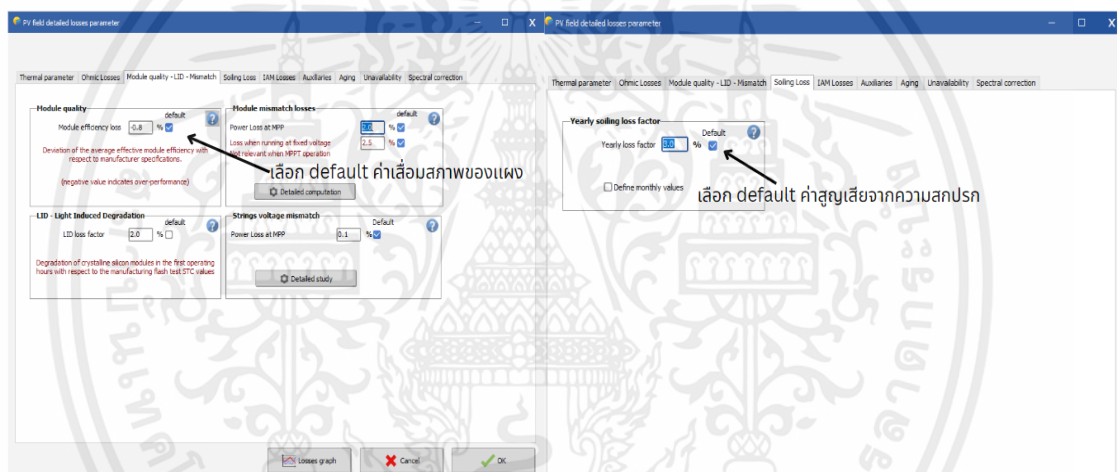


รูปที่ 3.16 เริ่มใส่ค่าสูญเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

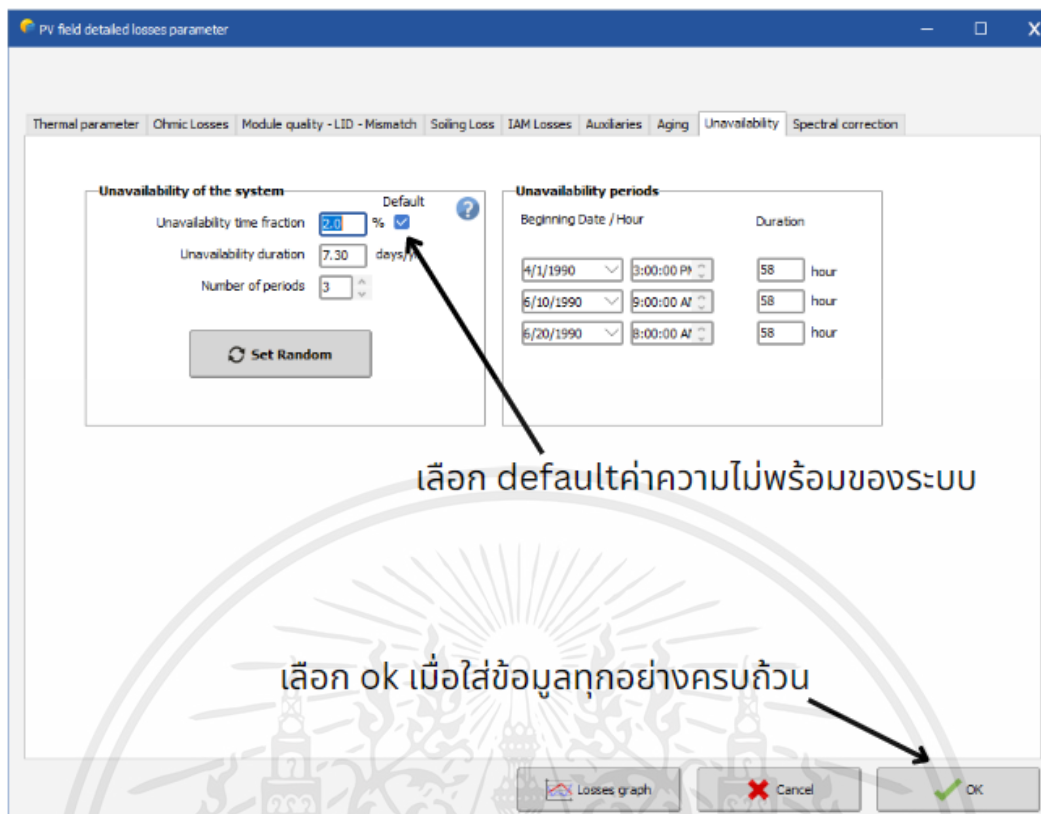


รูปที่ 3.17 ใส่ค่าความสูญเสียทางความร้อนและจากสายไฟ

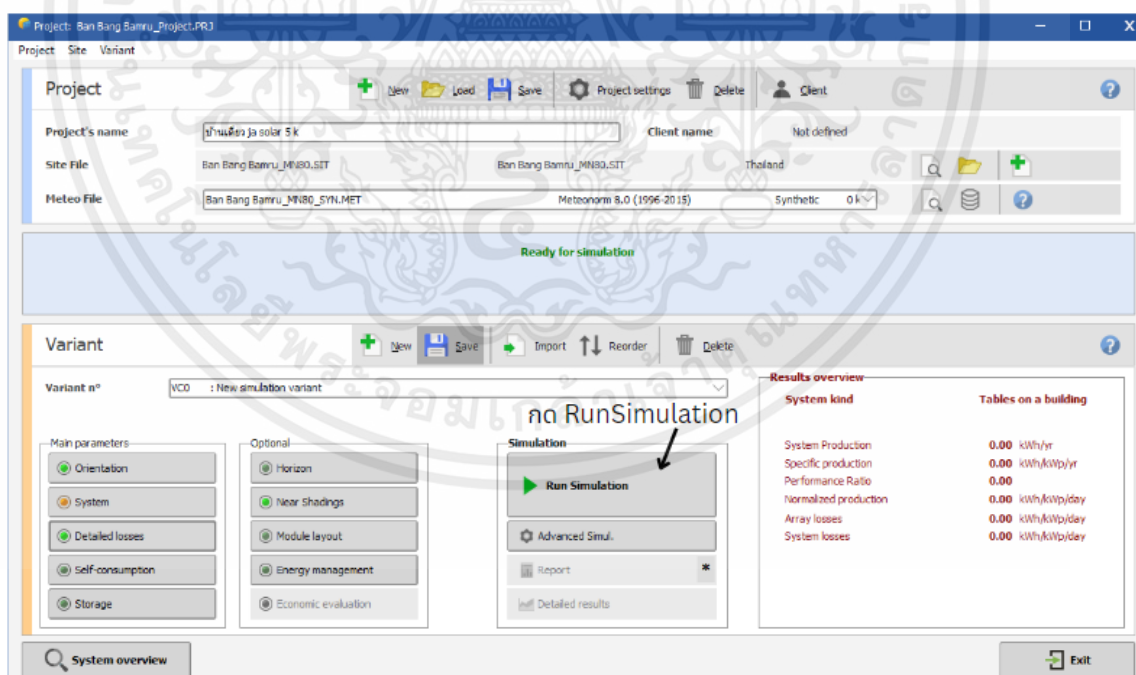


รูปที่ 3.18 ใส่ค่าความสูญเสียจากความเสื่อมสภาพแผงและค่าความสูญเสียจากสิ่งสกปรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



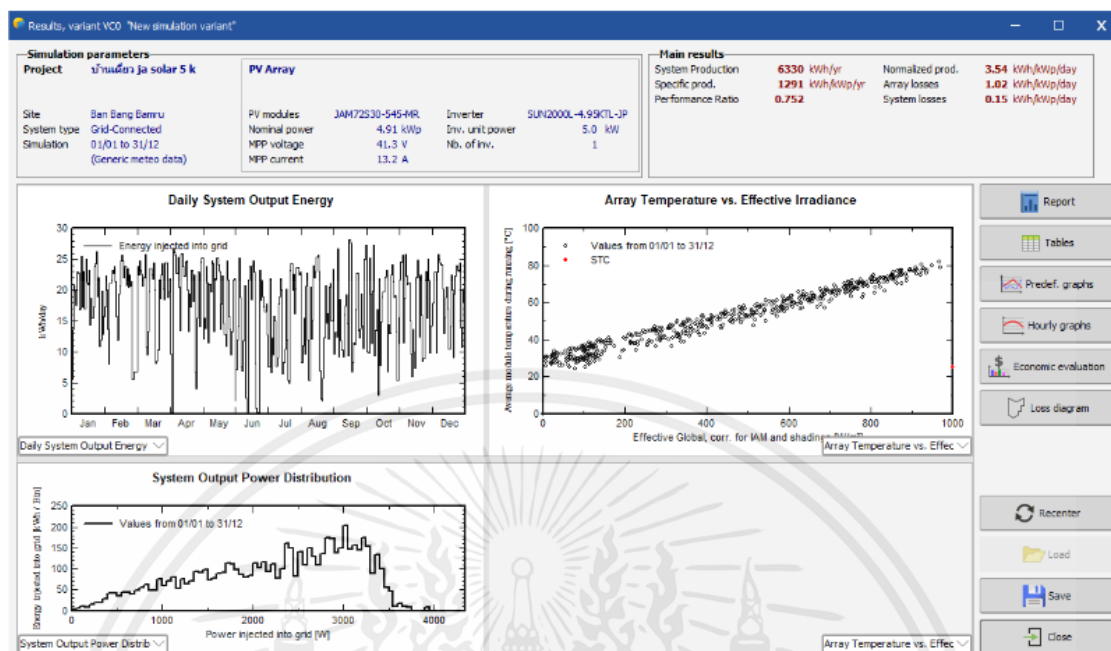
รูปที่ 3.19 ใส่ค่าความสูญเสียจากความไม่พร้อมของระบบ



รูปที่ 3.20 Run Simulation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-เมื่อ Run Simulation จะได้ค่ากำลังผลิตไฟ จากนั้นนำข้อมูลมาใช้คิดคำนวณจุดคุ้มทุน



รูปที่ 3.21 ข้อมูลที่ได้จากการ Simulation

- คำนวณจุดคุ้มทุนด้วยโปรแกรม Excel กรอกค่าไฟฟ้าที่ได้จากมิเตอร์ลงใน Excel

Input data

Category	1	2
1	Input here	
2	Input here	

Category

Category	1	2
1	Input here	
2	Input here	

Calculation Table (Sheet2):

เดือน/ปี	On Peak	Off Peak	จำนวนหน่วย (kWh)	จำนวนเงินรวม vat (บาท)	จำนวนเงิน vat/kWh
มกราคม 2564			673.00	2,872.90	4.27
กุมภาพันธ์ 2564			1,682.00	3,640.21	2.16
มีนาคม 2564			1,752.00	3,800.06	2.17
เมษายน 2564			978.00	4,265.92	4.36
พฤษภาคม 2564			888.00	3,841.16	4.34
มิถุนายน 2564			955.00	4,160.87	4.36
กรกฎาคม 2564			1,726.00	3,740.69	2.17
สิงหาคม 2564			825.00	3,567.12	4.32
กันยายน 2564			789.00	3,402.71	4.31
ตุลาคม 2564			697.00	2,982.51	4.28
พฤศจิกายน 2564			631.00	2,681.07	4.25
ธันวาคม 2564			579.00	2,443.57	4.22
รวม			12,172.00	41,398.79	
เฉลี่ยต่อปีรวม VAT				3.40	3.401149

ค่าไฟฟ้า

Category	1	2
1	196000	
2	195000	

รูปที่ 3.22 ตารางค่าไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใส่ข้อมูลดิบต่างๆเพื่อให้โปรแกรมคำนวณ

[illegible]

รูปที่ 3.23 ตารางข้อมูลดิบ

- ใส่ค่ากำลังผลิตที่ได้จาก PV syst ลงในตารางเพื่อให้โปรแกรมคำนวณจุดคุ้มทุน

[illegible]

รูปที่ 3.24 ตารางค่ากำลังผลิต

Row	Column	Value	Unit
9	ความถี่ในการใช้ไฟฟ้า (kWh/ปี)	12,172.00	kWh/ปี
10	ต้นทุนไฟฟ้า (บาท/ปี)	41,398.79	บาท/ปี
11	ต้นทุนไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	3.40	บาท/kWh
12	ต้นทุนไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	3.40	บาท/kWh
13	ต้นทุนไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	3.40	บาท/kWh
14	ต้นทุนไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	3.40	บาท/kWh
15	ต้นทุนไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	3.40	บาท/kWh
16	ต้นทุนไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	3.40	บาท/kWh
17	ต้นทุนไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	3.40	บาท/kWh
18	ต้นทุนไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	3.40	บาท/kWh
19	ต้นทุนไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	3.40	บาท/kWh
20	ต้นทุนไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	3.40	บาท/kWh
21	ต้นทุนไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	3.40	บาท/kWh
22	ต้นทุนไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	3.40	บาท/kWh
23	ต้นทุนไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	3.40	บาท/kWh
24	ต้นทุนไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	3.40	บาท/kWh
25	ต้นทุนไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	3.40	บาท/kWh
26	ต้นทุนไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	3.40	บาท/kWh
27	ต้นทุนไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	3.40	บาท/kWh
28	ต้นทุนไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	3.40	บาท/kWh
29	ต้นทุนไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	3.40	บาท/kWh
30	ต้นทุนไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	3.40	บาท/kWh
31	ต้นทุนไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	3.40	บาท/kWh
32	ต้นทุนไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	3.40	บาท/kWh
33	ต้นทุนไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	3.40	บาท/kWh
34	ต้นทุนไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	3.40	บาท/kWh
35	ต้นทุนไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	3.40	บาท/kWh
36	ต้นทุนไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	3.40	บาท/kWh

รูปที่ 3.25 รายงานสรุปผลการวิเคราะห์การลงทุน

-เมื่อใส่ข้อมูลครบถ้วนก็จะได้จุดคุ้มทุน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จัดทำใบเสนอราคา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- จัดทำใบเสนอราคา

SOLAR ROOFTOP ENERGY STORAGE & EV CHARGER PACKAGE		
PACKAGE 1 SINGLE HOME		
PV Installation - แผงโซลาร์เซลล์ JA 545W จำนวน 9 แผง (4.905 kWp) - อุปกรณ์ยึดแผงโซลาร์ 1 ชุด Inverter Installation - Grid tie Inverter SUN2000-5KTL-M1 1 Pcs - Smart meter 1 เครื่อง - กล่องรวมสาย 1 ชุด Grounding - แผ่นกราวด์ 1 แผ่น - Onetime welding 1 Pcs Electrical Installation - RCBO / MCB @ existing customer unit - กล่องสายไฟ - รางไฟ - IEC-DI 6 sqmm (L.N.G) - Accessory Installation - ค่าแรง - ค่าเดินทางขนส่ง EV Charger - ติดตั้งสายเบรจ 2 - ตู้ควบคุม EV Charger ประกอบด้วย อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินหลัก อุปกรณ์ป้องกันไฟรั่ว อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินย่อย, ตู้รับกระแสลดสาทรรม - ระบบเดินสายดิน Energy Storage System - LUNA2000-5-E0 1 Pcs (Battery module, usable energy 5kWh, 5Year)		
รายการ	ต้นทุนภายใน(฿)	ราคา(บาท)
ติดตั้งระบบ Solar Cell	10	249,175
Energy storage		178,250
รวม		457,500
รายการ	ราคา(บาท)	
ติดตั้ง EV Charger	29,000	
เดินสายเบรจ (เกิน 20 เมตร เมตรละ 400บ.)	1,200	
รวม	31,200	

รูปที่ 3.26 ใบเสนอราคาบ้านเดี่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

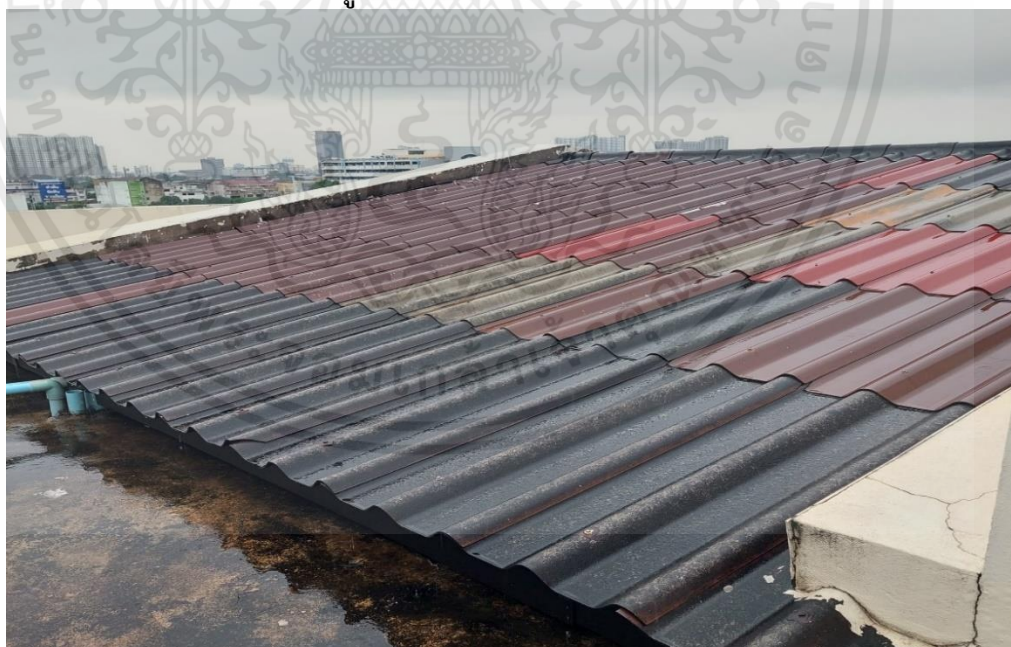
3.2.2 อาพาร์ทเมนต์

- **สำรวจพื้นที่**

ลงพื้นที่สำรวจ ตรวจสอบขนาดมิเตอร์ ขนาดเบรกเกอร์ พื้นที่หลังคา โครงสร้างบ้าน ถ้าหากไม่สามารถขึ้นไปบนหลังคาให้ ให้ใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมมาทำการออกแบบ



รูปที่ 3.27 มิเตอร์อพาร์ทเมนต์



รูปที่ 3.28 หลังคาอพาร์ทเมนต์ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

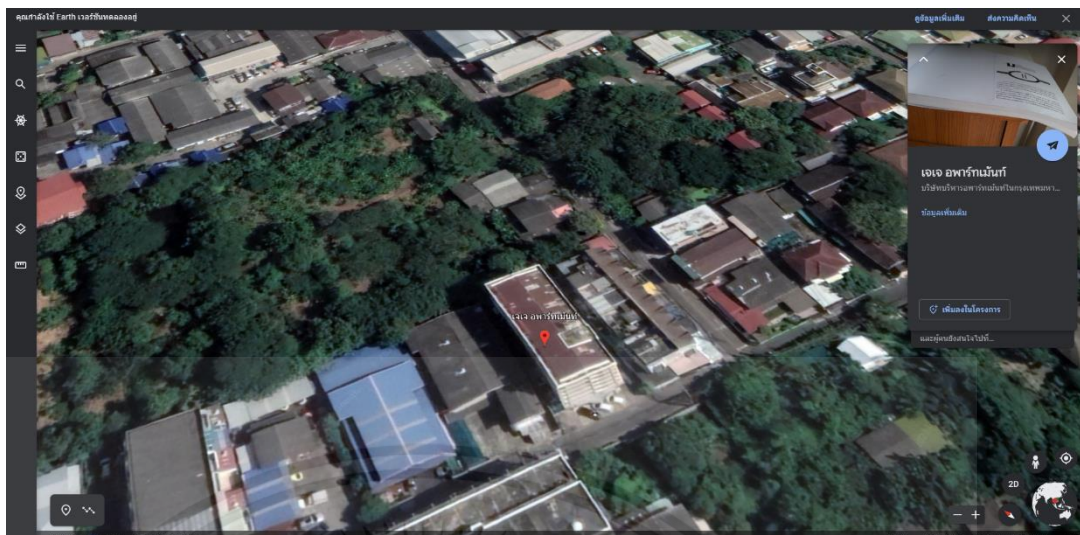


รูปที่ 3.29 หลังคาอพาร์ทเมนต์ 2



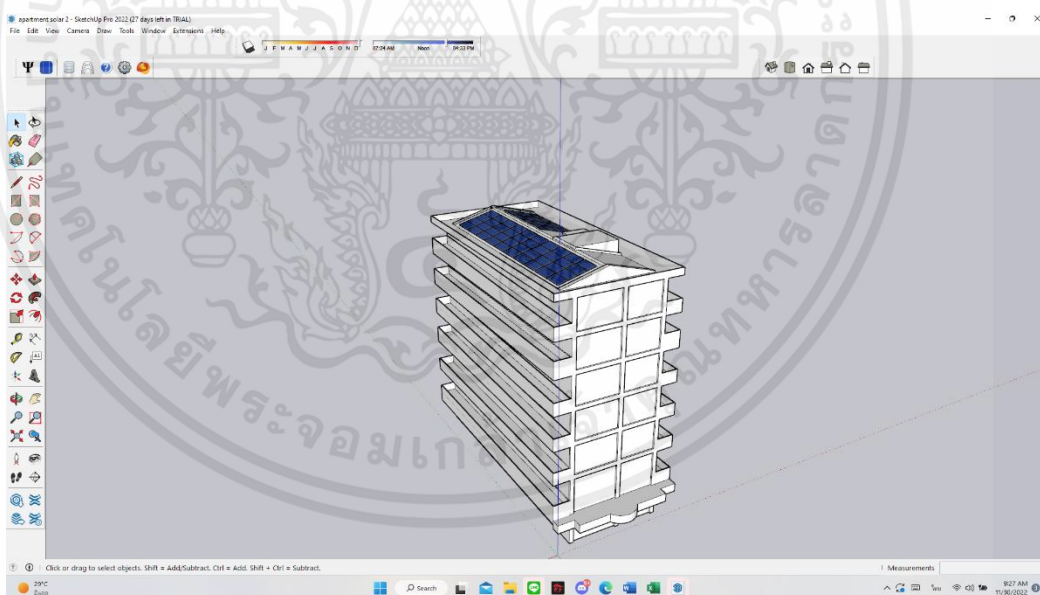
รูปที่ 3.30 หลังคาอพาร์ทเมนต์ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



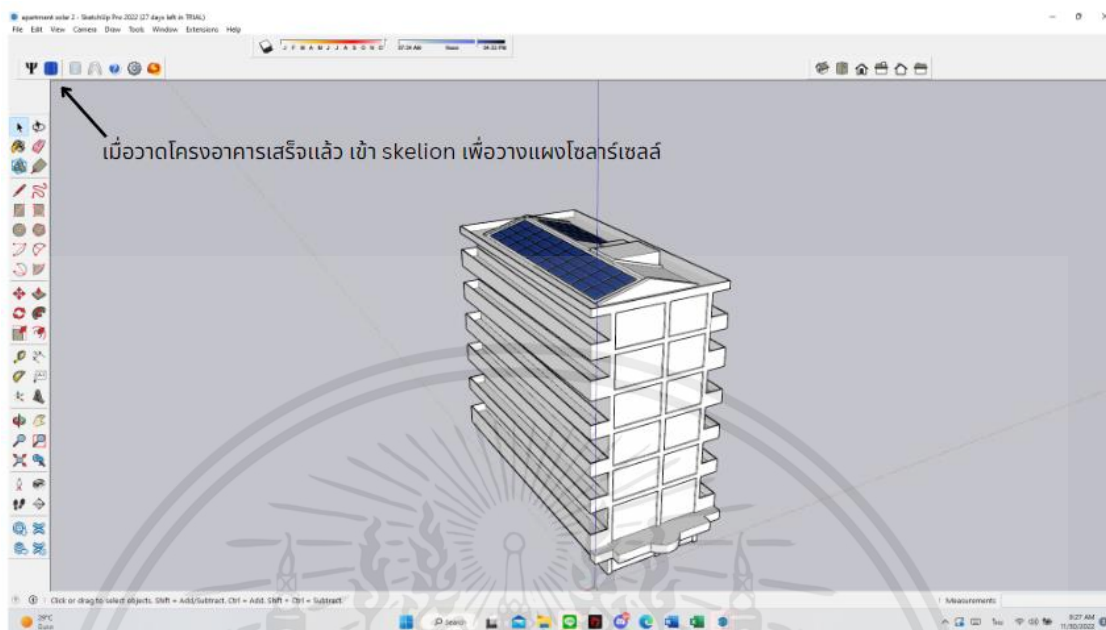
รูปที่ 3.31 ภาพถ่ายจากดาวเทียม อพาร์ทเมนต์

- ดำเนินการออกแบบระบบโซลาร์เซลล์เซลล์
-นำข้อมูลต่างๆที่ได้จากการสำรวจมาขึ้นรูปโมเดลในโปรแกรม Sketch Up



รูปที่ 3.32 Sketch Up อพาร์ทเมนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.33 ใช้คำสั่ง Skelion ในการใส่แผงโซลาร์เซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MULTIPLE FACES

Latitude, Longitude: 40.018309 -105.242139
Boulder (CO) USA

Orientation (JRA convention)

☐ Azimuth (Ψ): [0.0] Tilt (Σ): [15.0]
☐ Tilt (Σ): [15.0] ($\Psi = \Psi_{\text{face}}$)
☒ Relative tilt (Σ_r): [0.0] ($\Psi = \Psi_{\text{face}}$) ($\Sigma_r = 0 \rightarrow$ coplanar)

Component

Selected: Sunpow2:SP350-72P4
 Length: [2.00 m]
 Width: [1.10 m] [Sunpow2:SP350 72P4] (Skellon pvmodules.csv)
 Thickness: [0.04 m]
 Power (W): [350.0]
 Weight (kg): [22.3]

☐ Maximum num. of panels inserted. (If you use stack then is aprox.)

เลือก Relative tilt แล้วใส่มุมมองอาทิตย์ที่ตั้งแผง

เลือกขนาด และยี่ห้อแผงที่ต้องการ

รูปที่ 3.34 ปรับองศาแผงและเลือกขนาดแผง

จัดเรียงแผงโซลาร์เซลล์แนวตั้ง

จัดเรียงแผงโซลาร์เซลล์แนวนอน

Vertical gap [0.30 m] each [4] rows.

Horizontal gap [0.29 m] each [10] panels.

Space between panels [S]: [0.10 m]

เลือกวางแผงแนวตั้งหรือแนวนอน

☐ Portrait ☒ Landscape

เลือกวางซ้อนทับที่ขึ้น

Stack components [1] Stack space [K]: [0.20 m]

เลือกจัดวางเป็นระเบียบหรือกระจายตัว

Rows alignment: ☒

Pitch

Model's date: Year: [2022] Month: [12] Day: [21]

Solstice sunset: 2022/12/21 16:33:51 UTC

Solstice sunrise: 2022/12/21 07:24:43 UTC

Pitch = Shadow + X $\rightarrow$ Extra space X = [0.00 m] (Shadow = component's width when coplanar landscape)

☐ Pitch at solstice Noon: 2022/12/21 11:59:17 UTC (2022/06/21 12:02:42 UTC)

☒ Worst pitch of:

Solstice Noon+ Δ : 2022/12/21 13:59:17 UTC Δ = [2.00] hours (can be decimal)

Solstice Noon- Δ : 2022/12/21 09:59:17 UTC

☐ Your own times: Hours: [11] : [59] <--> [11] : [59]

☐ Your own pitch: [3.00 m]

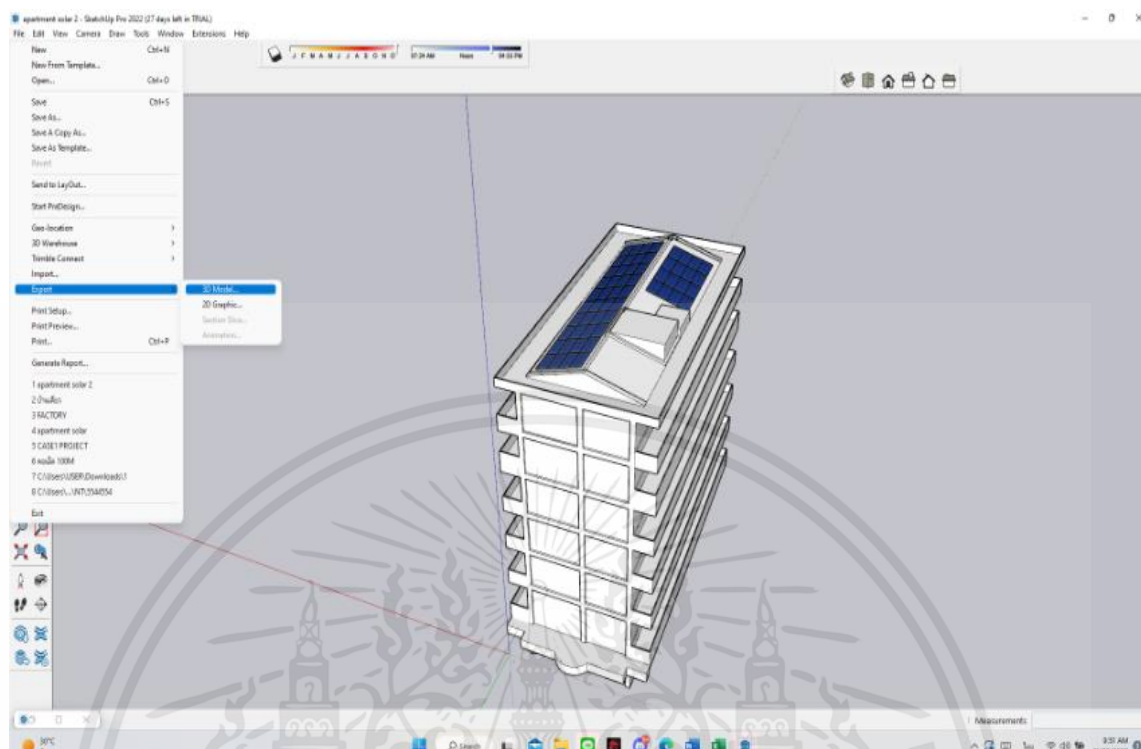
เมื่อใส่ข้อมูลครบ กด Continue

Continue

รูปที่ 3.35 การจัดเรียงแผง

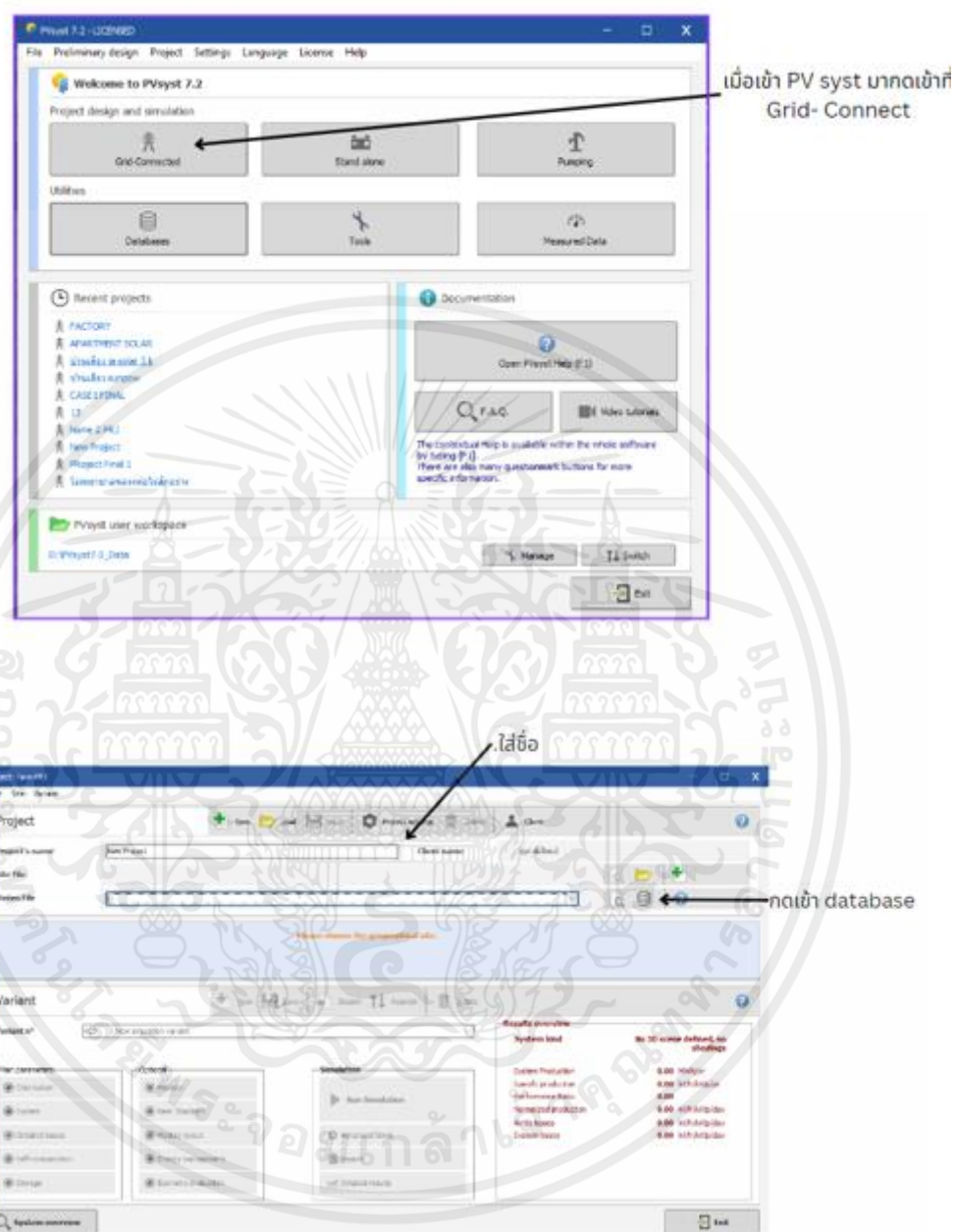
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-เมื่อออกแบบโมเดล ใน Sketch Up เสร็จสิ้น Export เป็น 3D Mode



รูปที่ 3.36 Export to 3D model

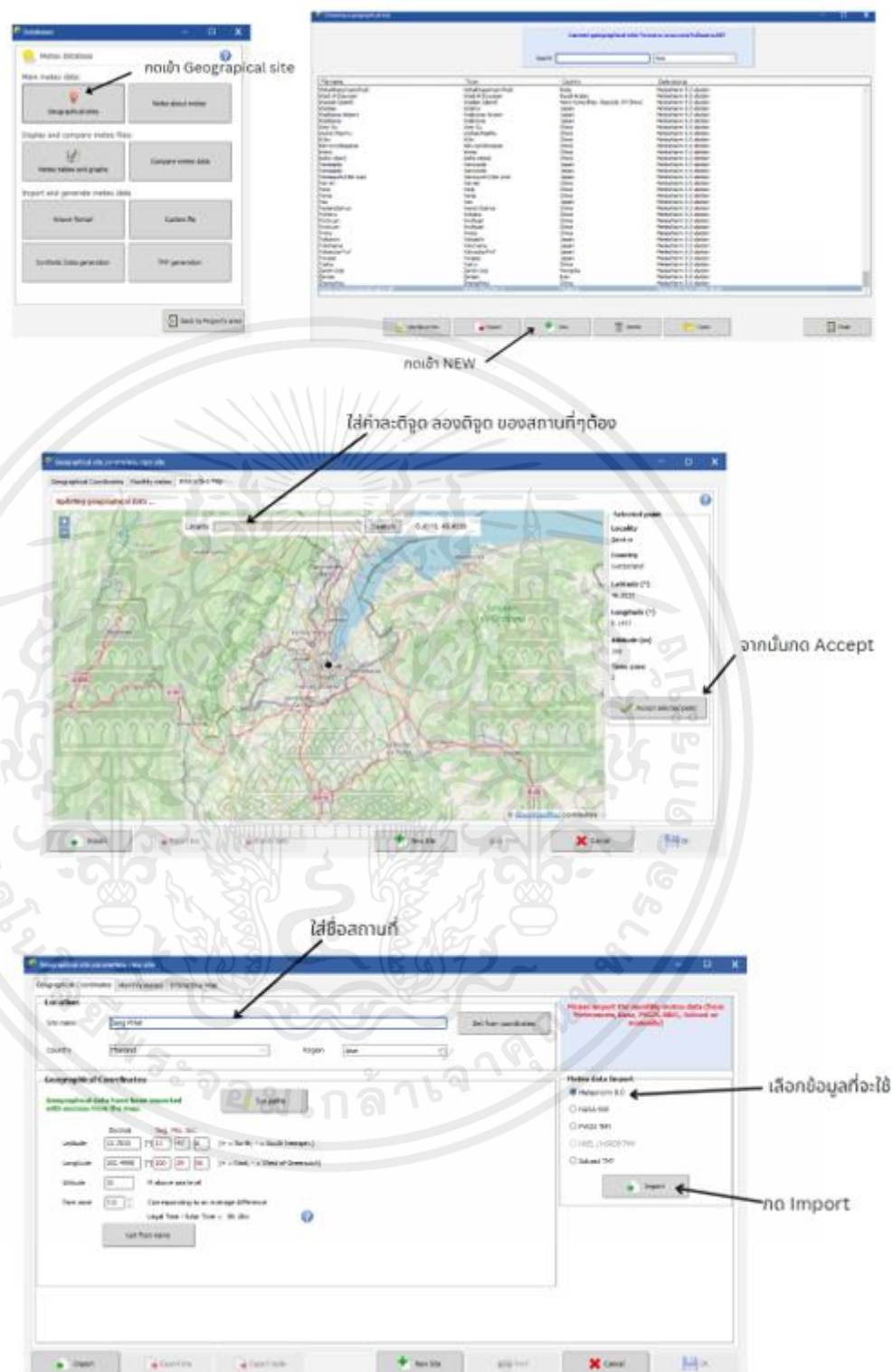
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



-จากนั้นเปิด PV Syst ขึ้นมาแล้วดำเนินการตามรูปดังต่อไปนี้

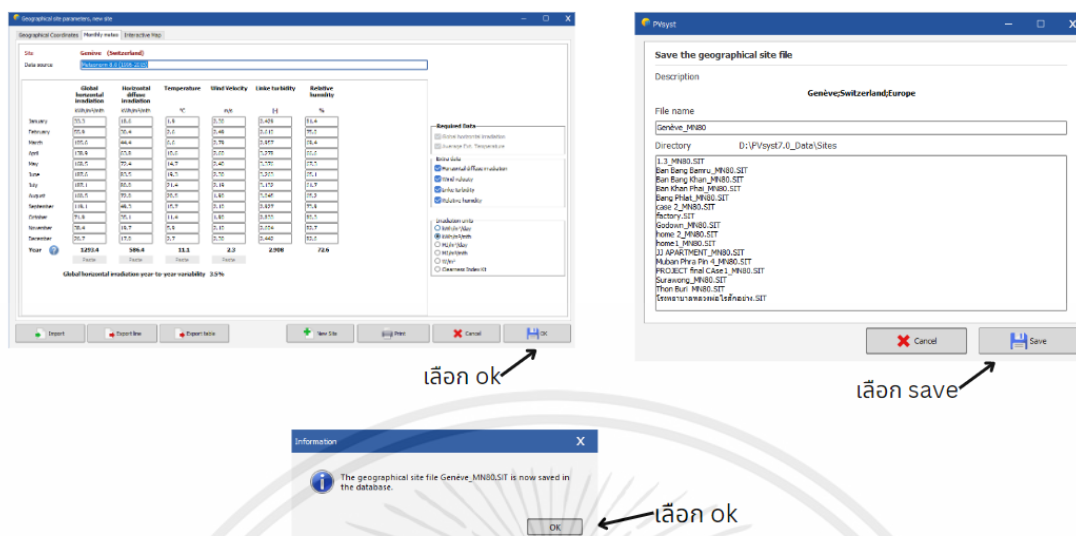
รูปที่ 3.37 เปิดใช้งาน PV syst

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

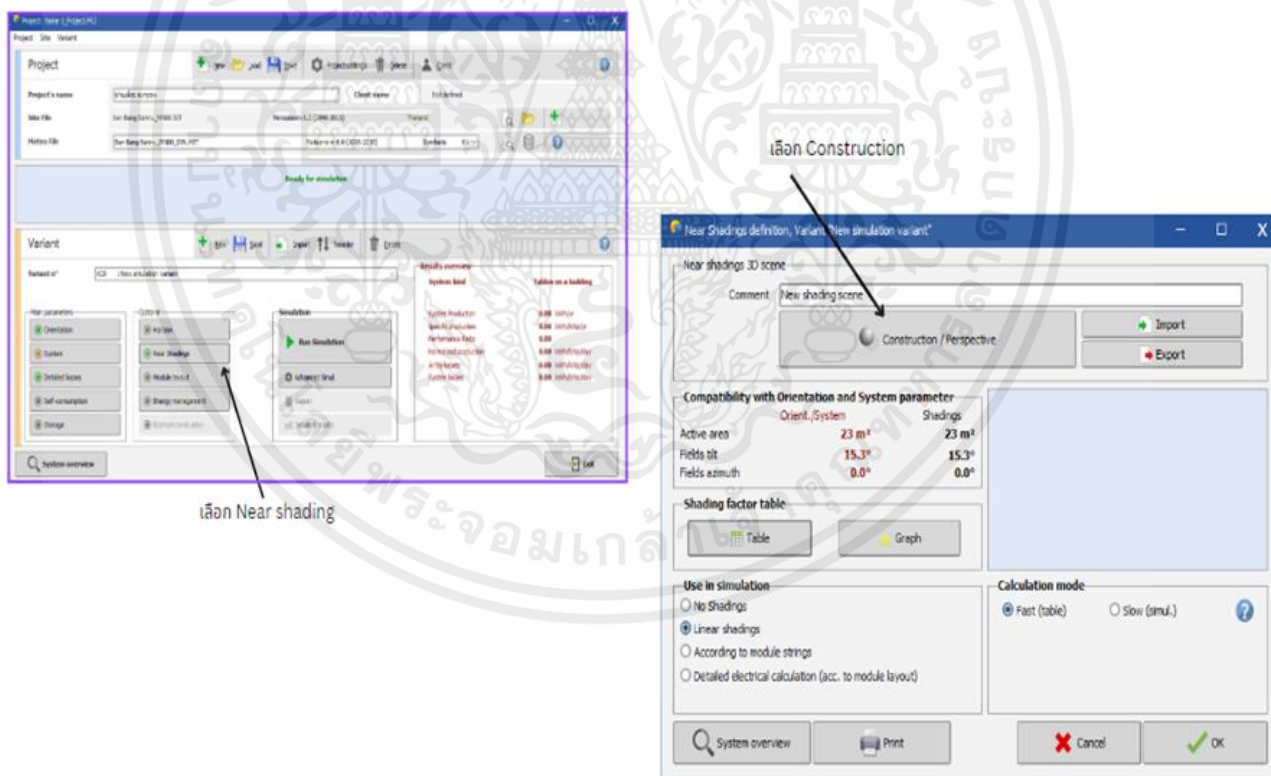


รูปที่ 3.38 ใส่ละติจูด ลองติจูด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

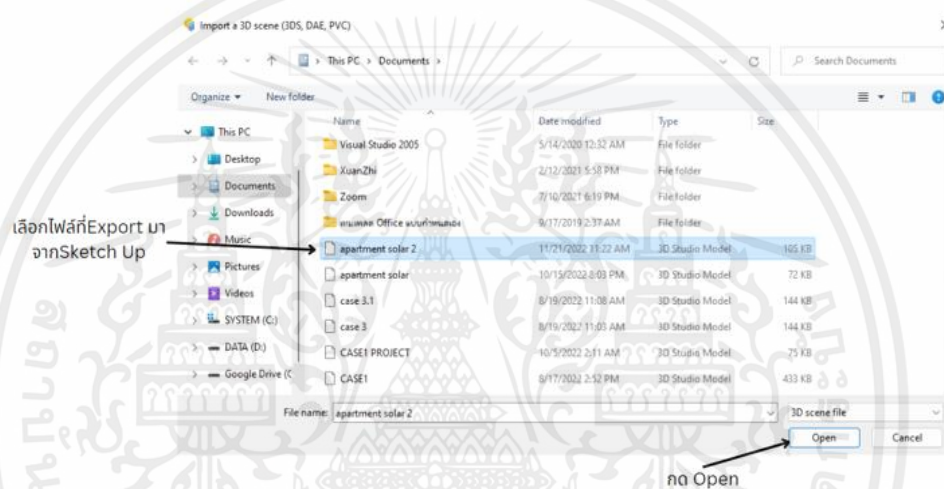
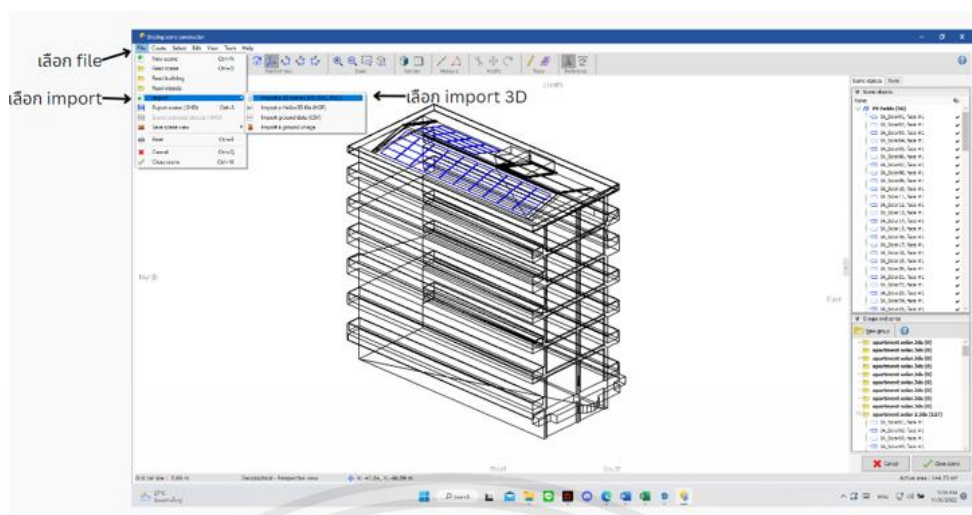


รูปที่ 3.39 บันทึกพิกัด

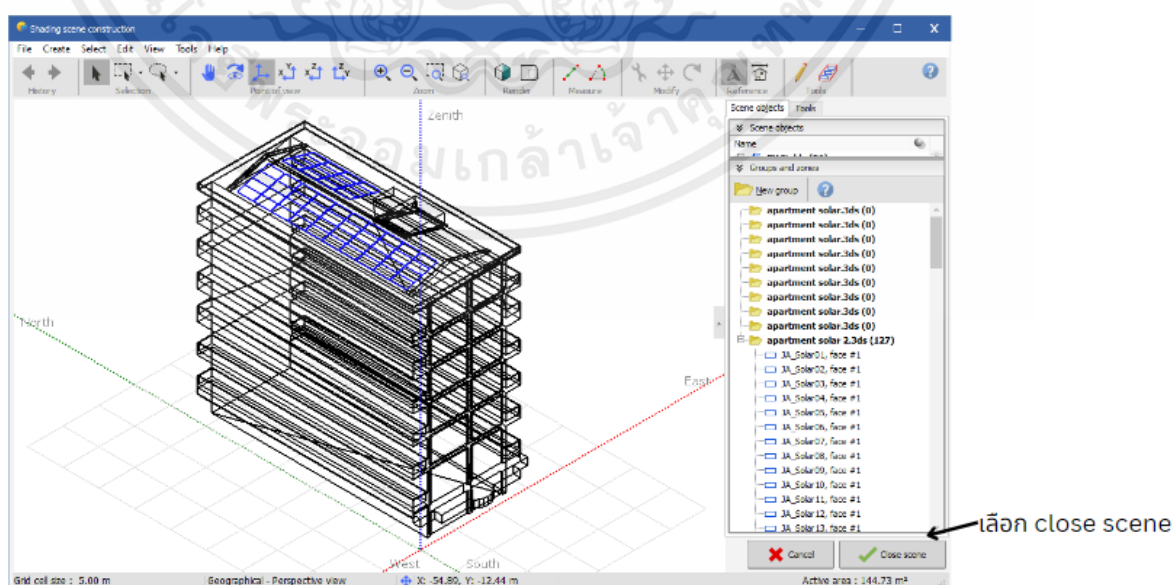


รูปที่ 3.40 ใส่ข้อมูล Near shading

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

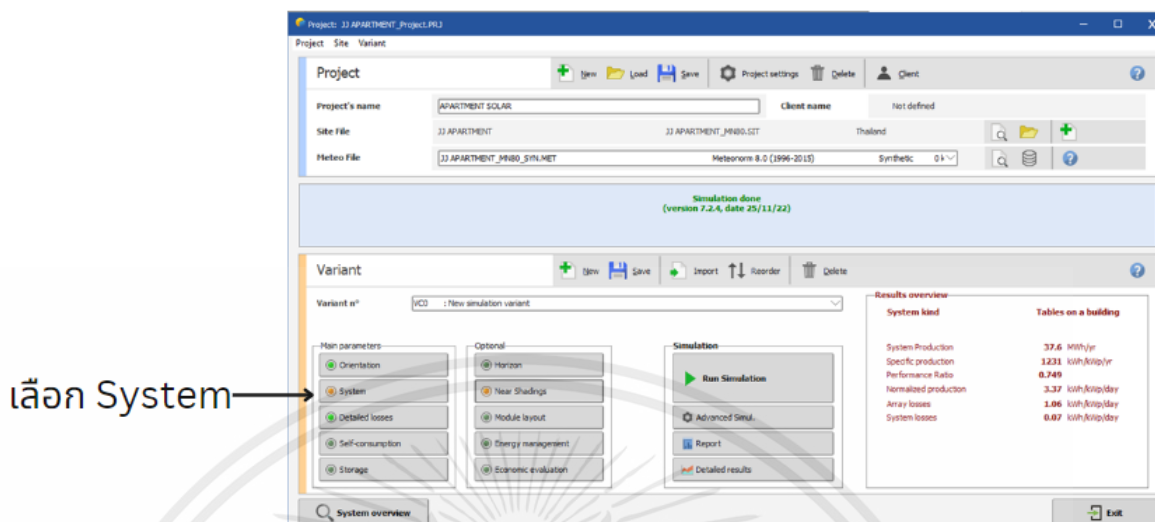


รูปที่ 3.41 Import 3D model

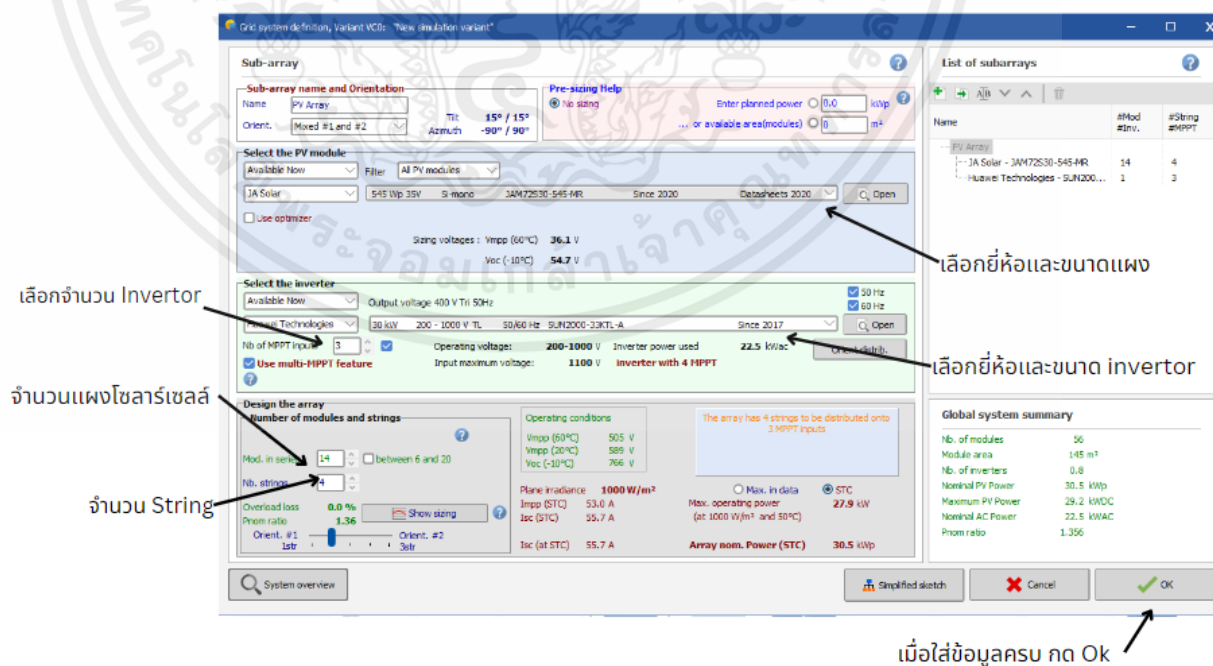


รูปที่ 3.42 เลือก close scene

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

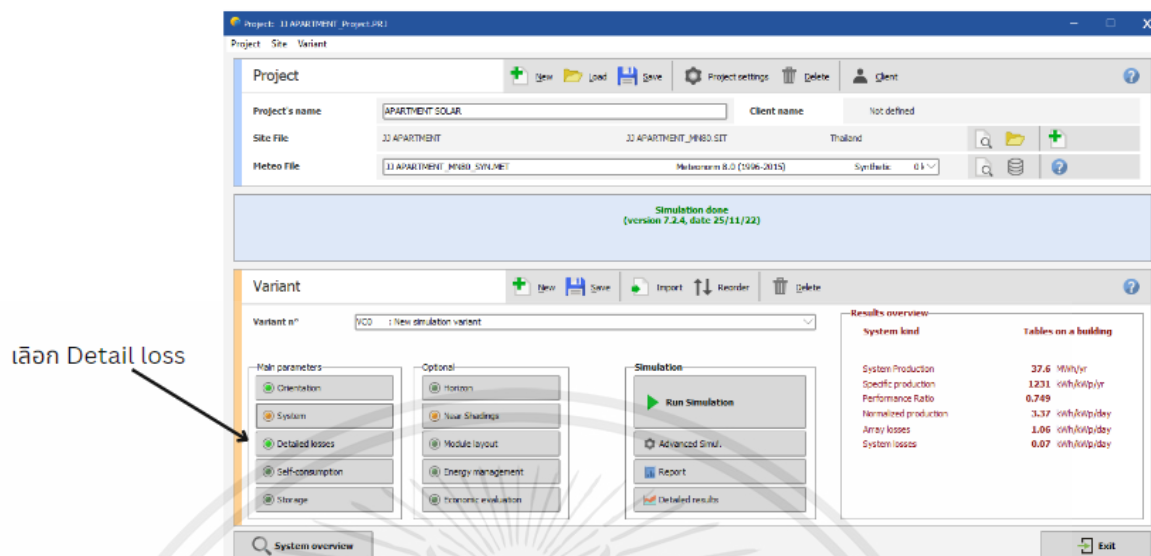


รูปที่ 3.43 เริ่มออกแบบระบบ

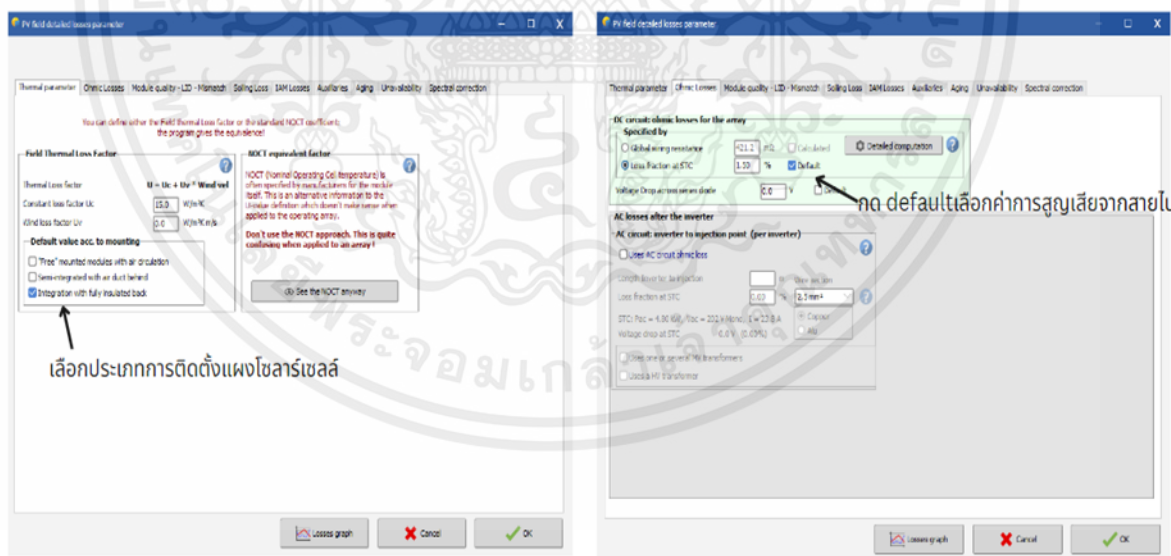


รูปที่ 3.44 เลือกขนาดแผงโซลาร์เซลล์และอินเวอร์เตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

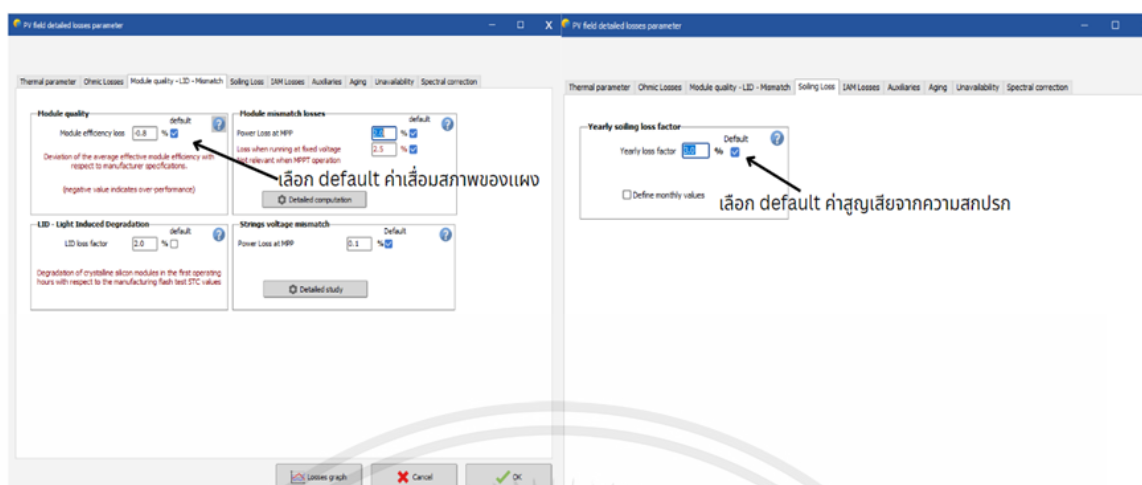


รูปที่ 3.45 เริ่มใส่ค่าสูญเสีย

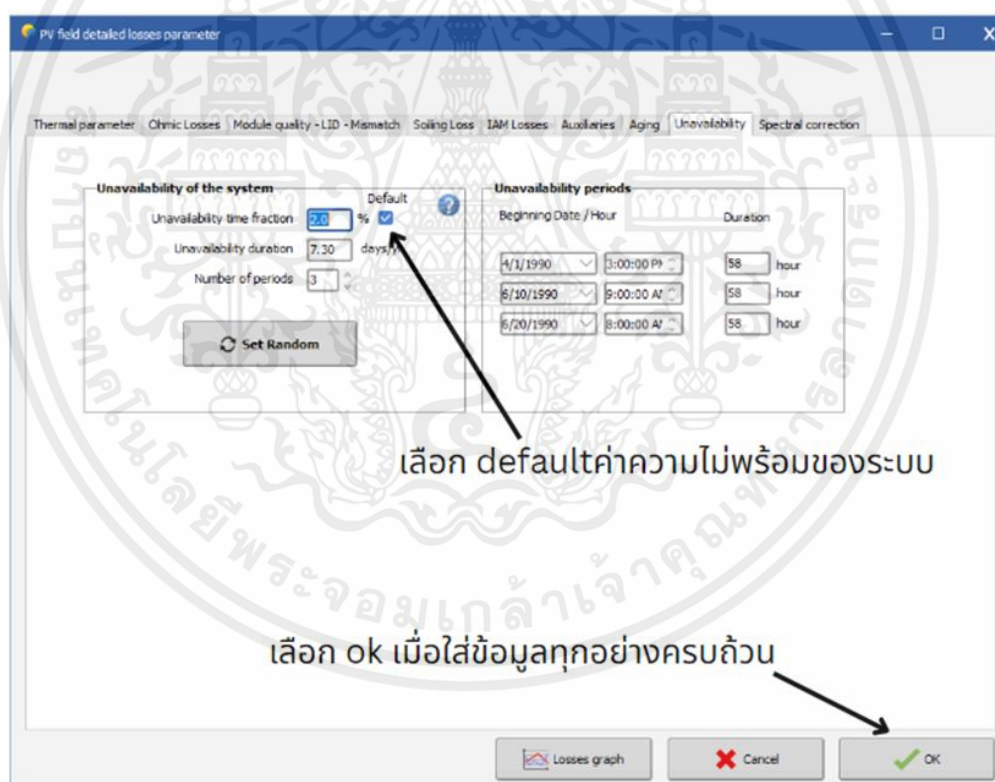


รูปที่ 3.46 ใส่ค่าความสูญเสียทางความร้อนและจากสายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

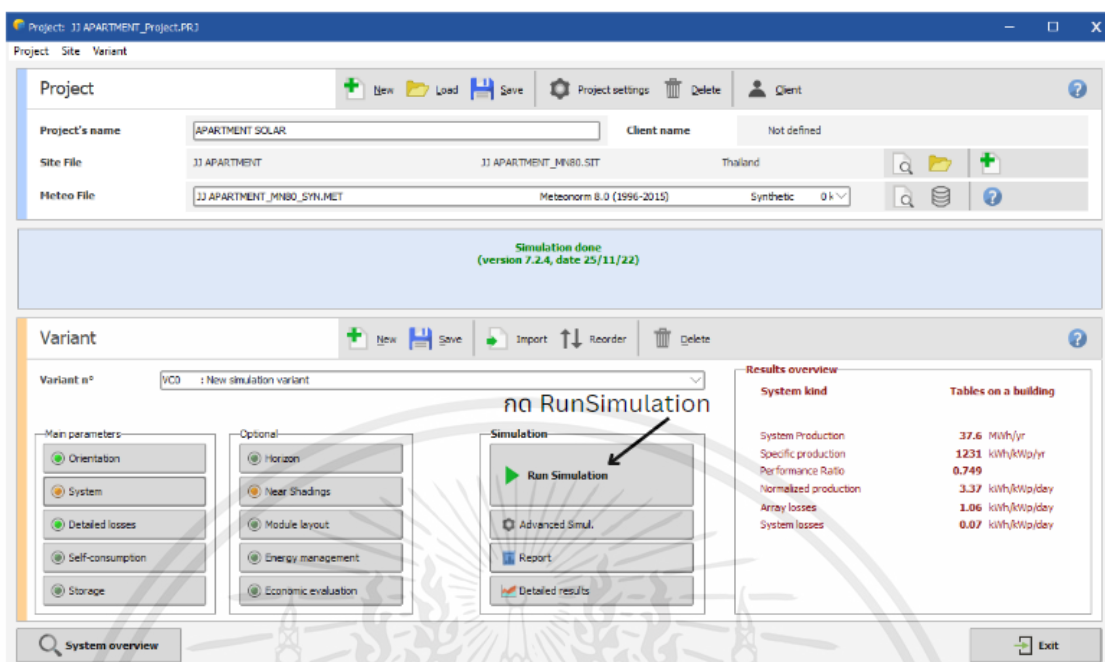


รูปที่ 3.47 ใส่ค่าความสูญเสียจากความเสื่อมสภาพแผงและค่าความสูญเสียจากสิ่งสกปรก



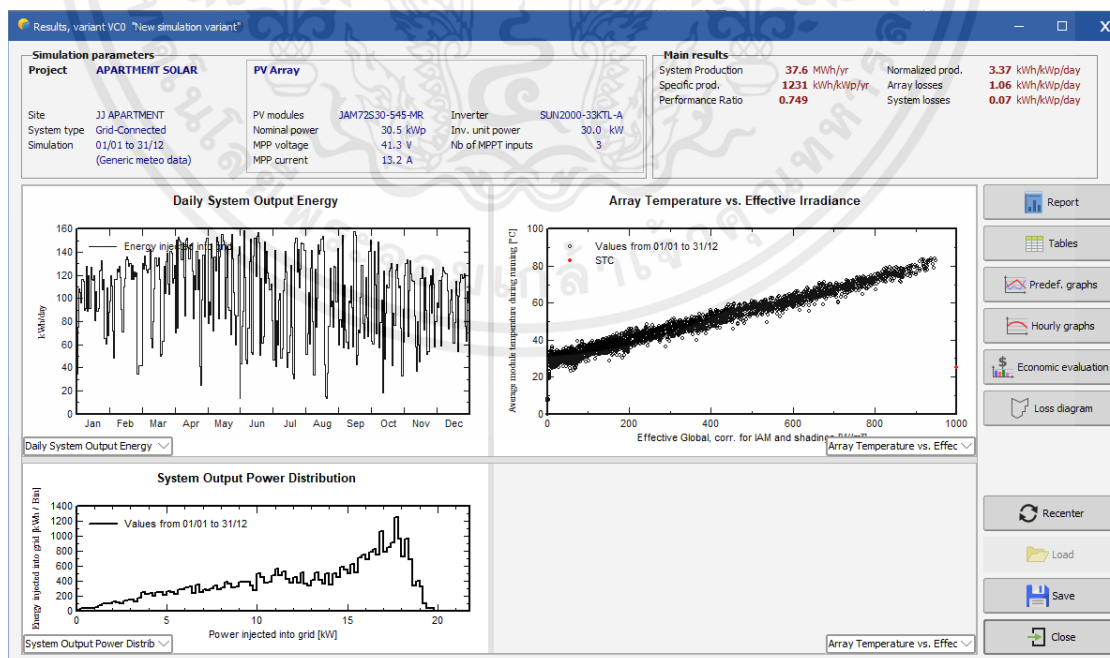
รูปที่ 3.48 ใส่ค่าความสูญเสียจากความไม่พร้อมของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.49 Run Simulation

-เมื่อ Run Simulation จะได้ค่ากำลังผลิตไฟ จากนั้นนำข้อมูลมาใช้คิดคำนวณจุดคุ้มทุน



รูปที่ 3.50 ข้อมูลที่ได้จากการ Simulation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คำนวณจุดคุ้มทุนด้วยโปรแกรม Excel

apartment - Excel (การแก้ไขค่ารวมเก็บค่าน้ำประปา)

✖ TORAPAN ANANPANSIN

📄

🔍

🔍

🏠

📁

🔍

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

📄

รูปที่ 3.51 ตารางค่าไฟฟ้า

-ใส่ข้อมูลดิบต่างๆเพื่อให้โปรแกรมคำนวณ

apartment - Excel (การมีสื่อร่วมกับวินโดวส์มีเดีย)

FORAMIN ANANPISANSIN

ไฟล์หน้าแรกแทรก

แก้ไขข้อมูลตารางสูตรข้อมูลสูตรมุมมองAdd-in

สูตรคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

การตั้งค่าการคำนวณ

รูปที่ 3.52 ตารางข้อมูลดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ใส่ค่ากำลังผลิตที่ได้จาก PV syst ลงในตารางเพื่อให้โปรแกรมคำนวณจุดคุ้มทุน

The screenshot displays an Excel spreadsheet for a PV system financial model. The summary table (rows 1-7) includes the following data:

Row	Item	Value	Unit
1	กำลังการผลิตไฟฟ้าสูงสุดของแผง	545.00	Wp
2	จำนวนแผงของอินเวอร์เตอร์	56.00	แผง
3	ขนาดที่ดิน	30,520.00	ไร่
4	ประสิทธิภาพของระบบ		%
5	กำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผง	0.55	MW
6	กำลังไฟฟ้าสูงสุดรวม	30,520.00	MW

The detailed cash flow table (rows 8-13) shows the following data:

Row	Item	Value	Unit
8	ค่าไฟฟ้าที่ซื้อหน่วยไฟฟ้า	27,265,910	THB
9	ค่า PV 100% ของการผลิตได้สูงสุด	3,955.70	THB
10	PR 79.00%	3,175.00	THB
11	PR 79.00%	3,175.00	THB
12	PR 79.00%	3,175.00	THB
13	PR 79.00%	3,175.00	THB

A red box highlights the PV system cost of 27,265,910 THB in row 11, column B. A red arrow points to this box from a text box below the spreadsheet, which contains the text: "ใช้ข้อมูลค่าต้นทุนจากโปรแกรม PVSYST หัวข้อ E_Gnd (MWp) ณ ปีที่ 1 และค่าแปลงให้อยู่ในหน่วย (MWp)".

รูปที่ 3.53 ตารางค่ากำลังผลิต

Item	Quantity	Unit Price (Baht)	Total (Baht)
1. งบดำเนินการโครงการออกแบบและวิศวกรรม จัดทำ และก่อสร้าง (Engineering Procurement and Construction : EPC)			
จากค่าประเมินศักยภาพการใช้พลังงานของ Apartment 1 พบว่าหากดำเนินการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์			
บนหลังคาและอุปกรณ์ติดตั้งบนหลังคา (Solar Rooftop) ให้เป็นระบบและมีความคุ้มค่าในการลงทุนดังนี้			
1. งบการติดตั้ง			
รวมค่าการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ 2563	130,270.00	KWh/ปี	
ต้นทุนด้านระบบ	449,292.10	บาท/ปี	
หรือคิดเป็นต้นทุนต่อหน่วย	3.43	บาท/KWh	
2. ผลการติดตั้ง (ระยะเวลาโครงการ 20 ปี)			
พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยที่คาดว่าจะผลิตได้จากโครงการประเมิน	34,817.92	KWh/ปี	
คิดเป็นต้นทุนเฉลี่ย	135,746.97	บาท/ปี	
3. การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน			
เป็นลงทุน	914,399.36	บาท	
ผลประโยชน์	135,746.97	บาท/ปี	914,399.36
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)	1,044,444.18	บาท	
อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)	13.92	%	
อัตราผลตอบแทนก่อนหักต้นทุน (BCF)	2.14		
ผลการคืนทุน (PB)	6.74	ปี	914,399.36

รูปที่ 3.54 รายงานสรุปผลการวิเคราะห์การลงทุน

-เมื่อใส่ข้อมูลครบด้วยก็จะได้จุดคุ้มทุน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จัดทำใบเสนอราคา

● จัดทำใบเสนอราคา

SOLAR ROOFTOP ENERGY STORAGE & EV CHARGER PACKAGE		
PACKAGE 2 JJ APARTMENT		
งานติดตั้งระบบ Solar Cell Hybrid 30.52 kw 3 Phase		
<u>PV Installation</u>		
- แผงโซลาร์เซลล์ JA 545W จำนวน 56 แผง (30.52 kwp)		
- อุปกรณ์ยึดแผงโซลาร์ 1 ชุด		
<u>Inverter Installation</u>		
- Grid tie inverter SUN2000-30KTL-M3 1 Pcs		
- Smart meter 1 เครื่อง		
- กล่องรวมสาย 1 ชุด		
<u>Grounding</u>		
- แม่เหล็กกราวด์ 1 แท่ง		
- Onetime welding 1 Pcs		
<u>Electrical Installation</u>		
- RCBO / MCB @ existing customer unit		
- ท่อร้อยสายไฟ		
- ร่องไฟ		
- IEC-DI 6 sqmm (L.N.G)		
- Accessory		
<u>Installation</u>		
- ค่าแรง		
- ค่าดำเนินการขนส่ง		
รายการ	สิ่งทูลภายใน(ปี)	ราคา(บาท)
ติดตั้ง Solar cell 30.52 kw	7	978,407.32
Energy Storage System		106,950.00
รวม		204,790.7
รายการ		ราคา(บาท)
ติดตั้ง EV Charger		48,000
รวม		48,000

รูปที่ 3.55 ใบเสนอราคาอพาร์ทเมนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 โรงงานอุตสาหกรรม

- สำรวจพื้นที่

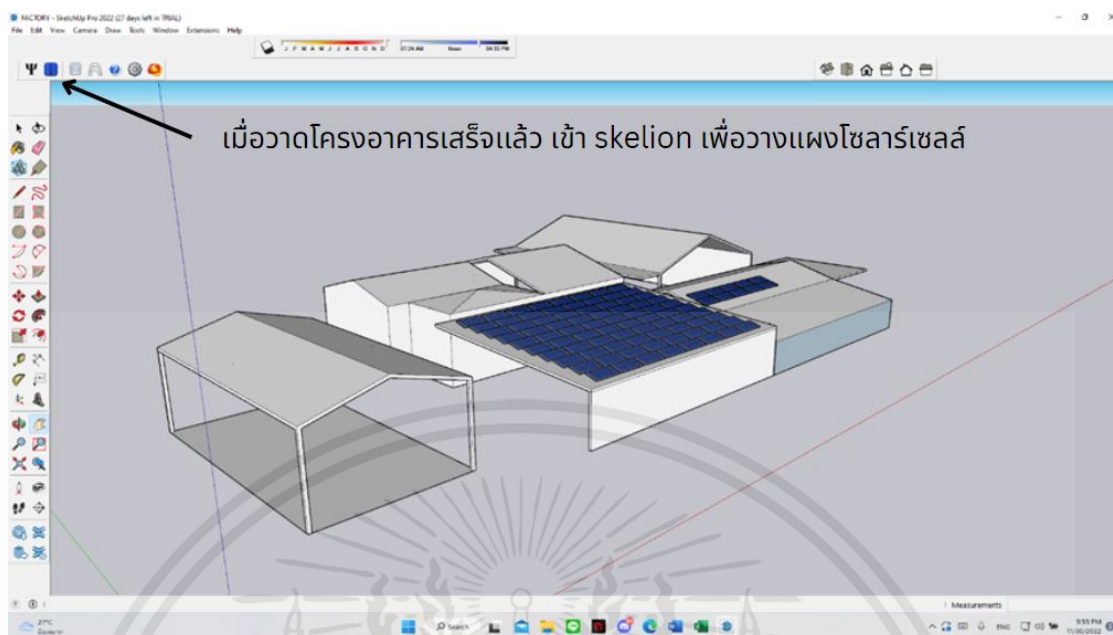
ลงพื้นที่สำรวจ ตรวจสอบขนาดมิติเตอร์ ขนาดเบรกเกอร์ พื้นที่หลังคา โครงสร้างบ้าน ถ้าหากไม่



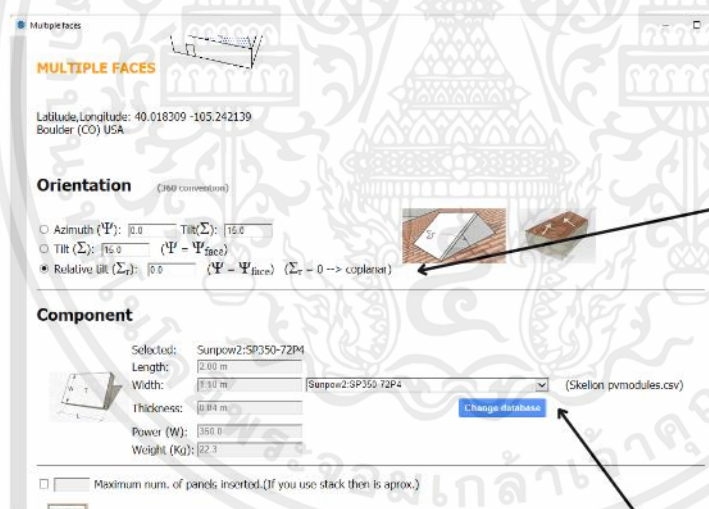
สามารถขึ้นไปบนหลังคาให้ ให้ใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมมาทำการออกแบบ

รูปที่ 3.56 ภาพถ่ายดาวเทียม โรงงานอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.59 ใช้คำสั่ง Skelion ในการใส่แผงโซลาร์เซลล์



เลือกขนาด และยี่ห้อแผงที่ต้องการ

รูปที่ 3.60 ปรับองศาแผงและเลือกขนาดแผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จัดเรียงแผงโซลาร์เซลล์แนวตั้ง จัดเรียงแผงโซลาร์เซลล์แนวนอน

Vertical gap [0.30 m] each [4] rows.

Horizontal gap [0.20 m] each [10] panels.

Space between panels [S]: [0.10 m]

เลือกวางแผงแนวตั้งหรือแนวนอน
☐ Portrait ☒ Landscape

เลือกวางซ้อนทับกัน
 Stack components [1] Stack space [K]: [0.20 m]

เลือกจัดวางเป็นระเบียบหรือกระจายตัว
 Rows alignment: ☒

Pitch

Model's date: Year: [2022] Month: [12] Day: [21]

Solstice sunset: 2022/12/21 16:33:51 UTC
 Solstice sunrise: 2022/12/21 07:24:43 UTC

Pitch = Shadow + X → Extra space X = [0.00 m] (Shadow = component's width when coplanar landscape)

○ Pitch at solstice Noon: 2022/12/21 11:59:17 UTC (2022/06/21 12:02:42 UTC)

★ Worst pitch of:
 Solstice Noon+Δ: 2022/12/21 13:59:17 UTC Δ = [2.00] hours (can be decimal)
 Solstice Noon-Δ: 2022/12/21 09:59:17 UTC

○ Your own limits: Hours Minutes (Model's date)
 [11] : [59] <--> [21] : [59]

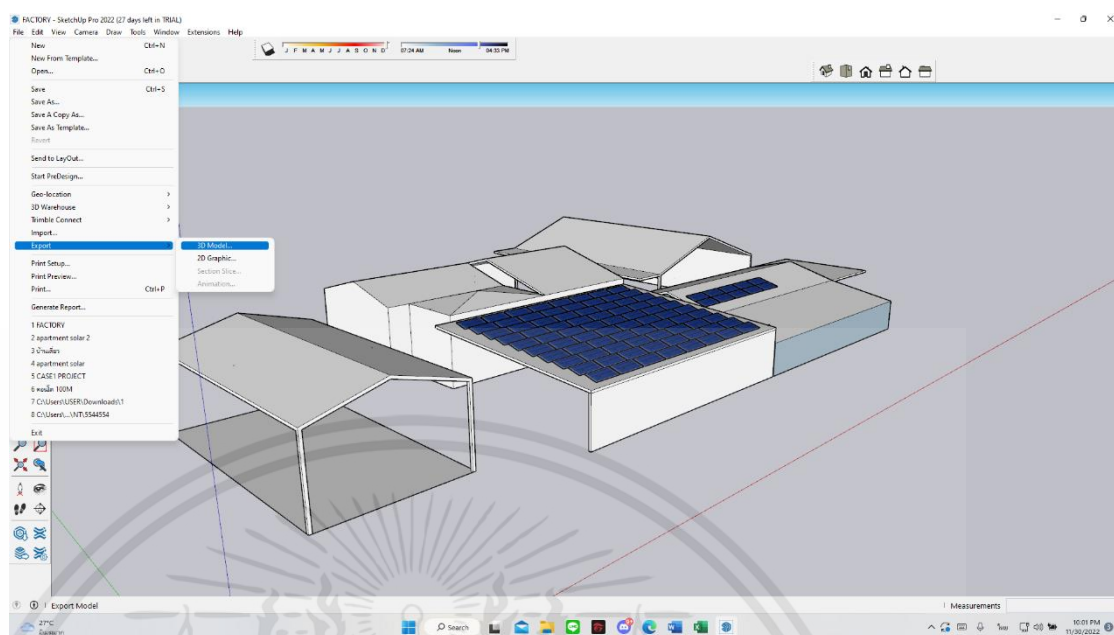
○ Your own pitch: [0.00 m]

เมื่อใส่ข้อมูลครบ กด Continue

Continue

รูปที่ 3.61 การจัดเรียงแผง

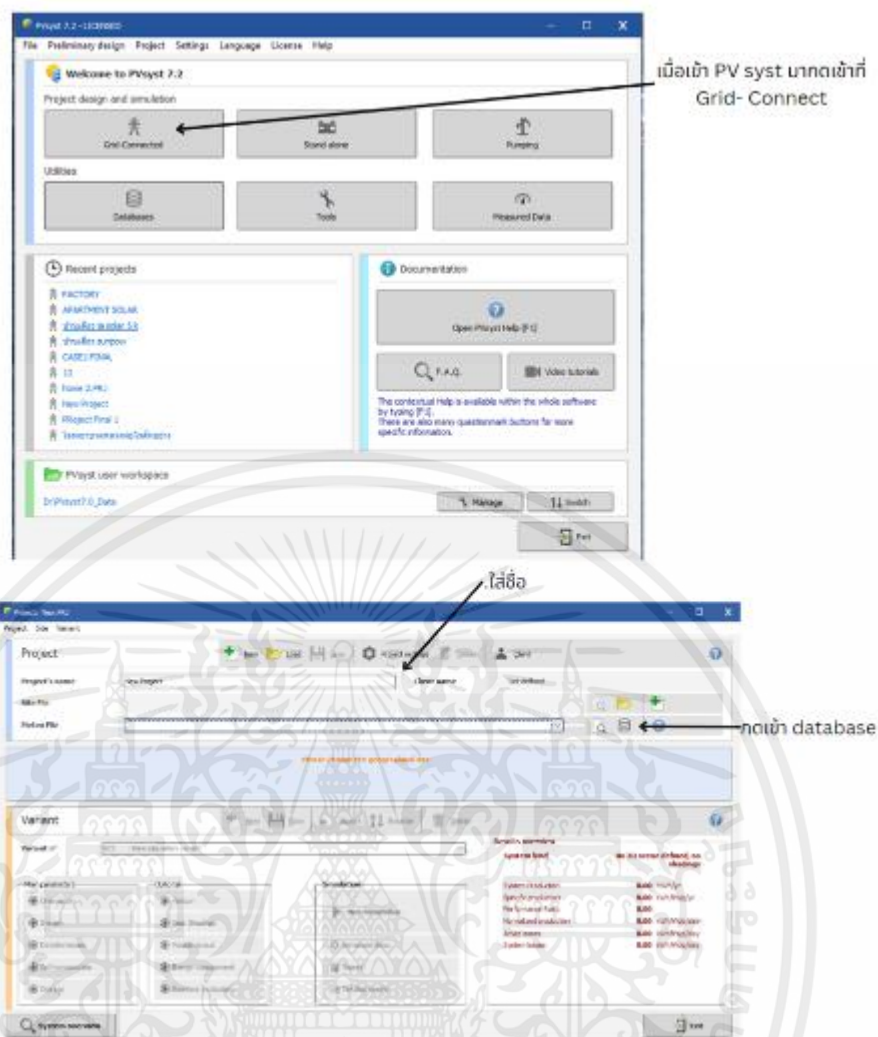
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



-เมื่อออกแบบโมเดล ใน Sketch Up เสร็จสิ้น Export เป็น 3D Model

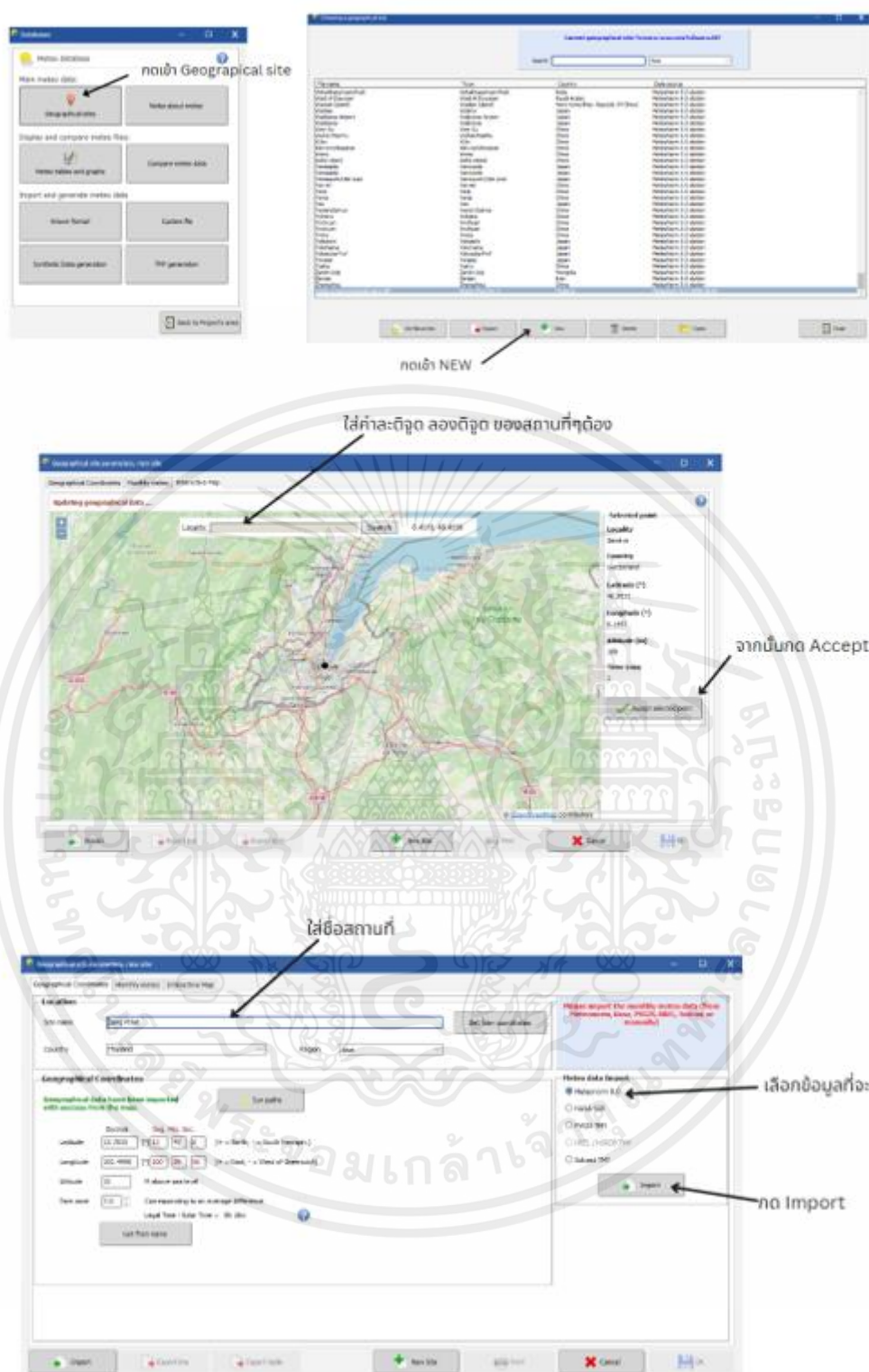
รูปที่ 3.62 Export to 3D model

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



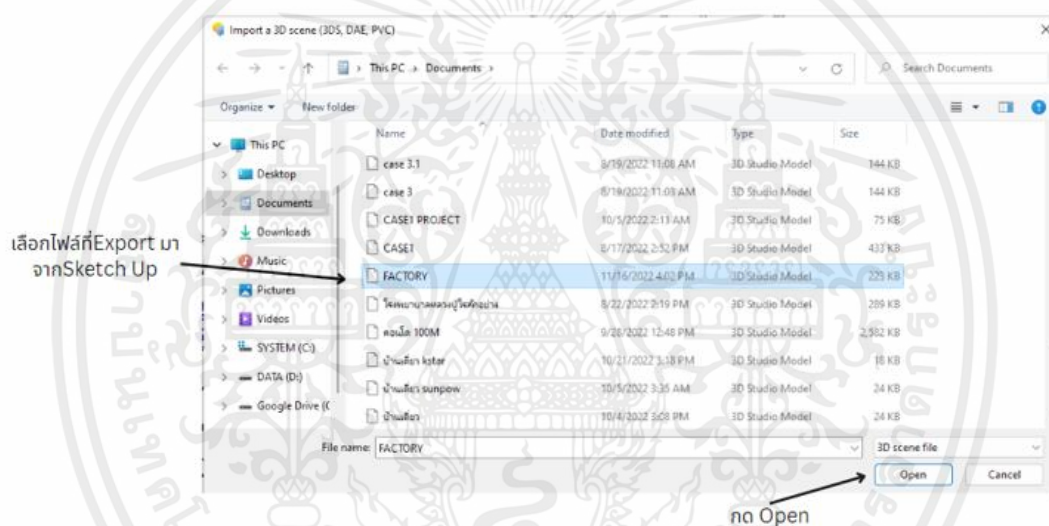
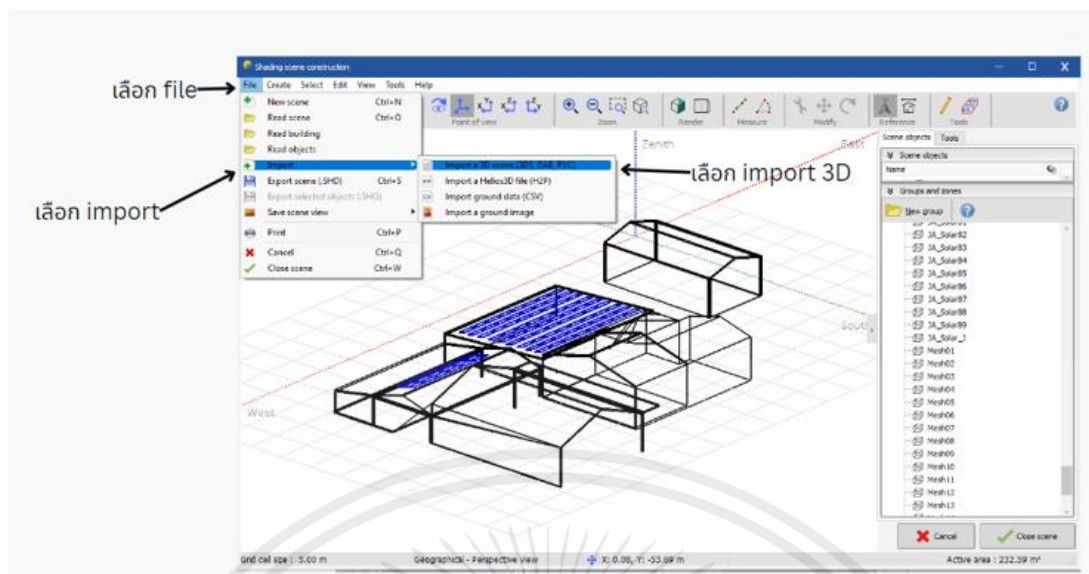
รูปที่ 3.63 เปิดใช้งาน PV syst

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

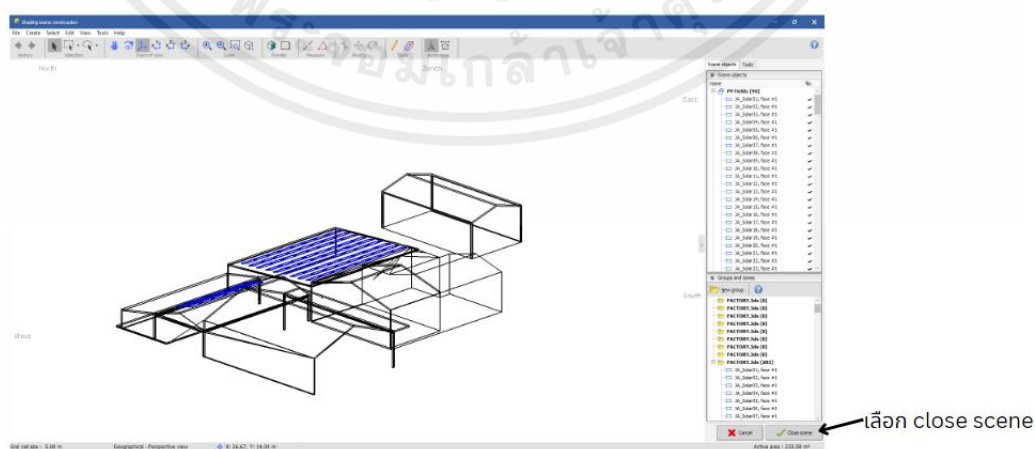


รูปที่ 3.64 ใส่ละติจูด ลองติจูด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

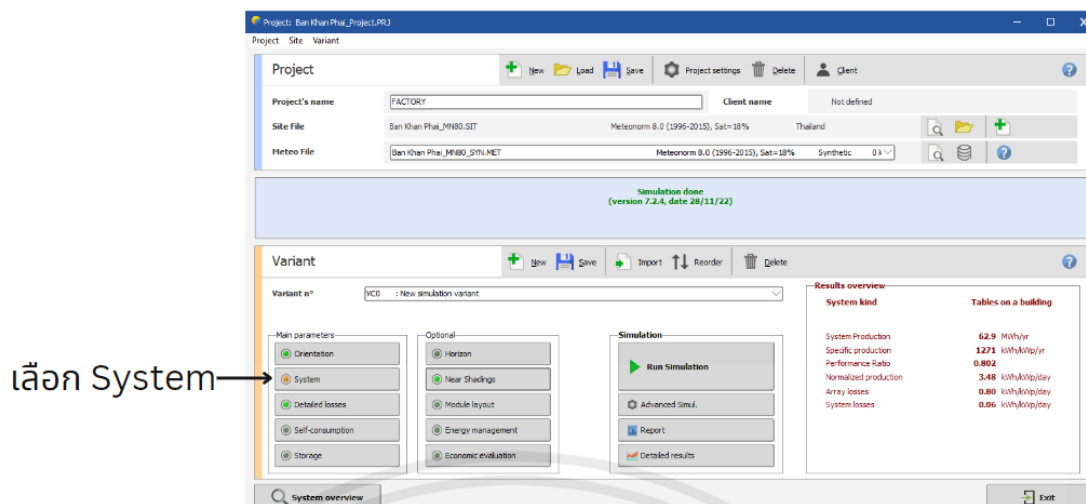


รูปที่ 3.67 Import 3D model

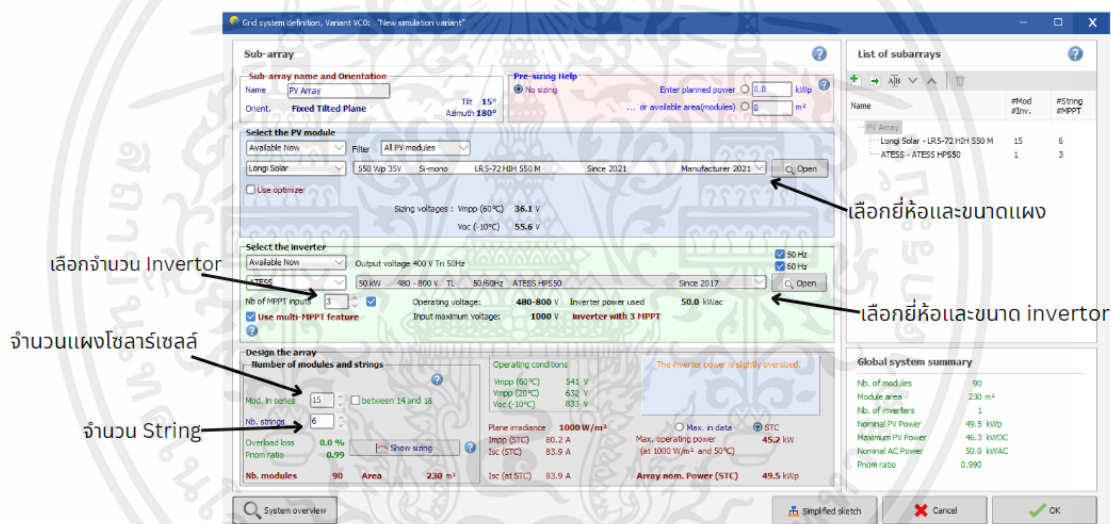


รูปที่ 3.68 เลือก close scene

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

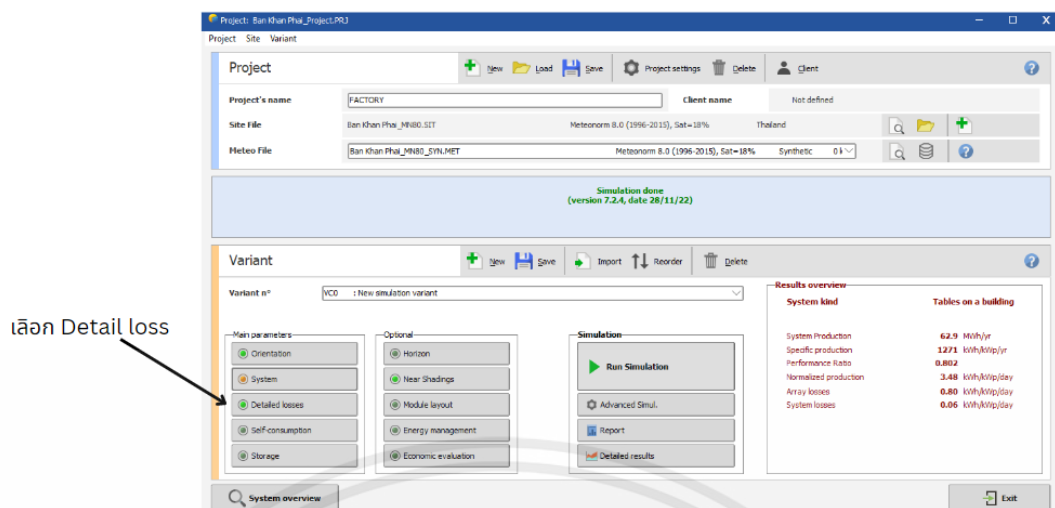


รูปที่ 3.69 เริ่มออกแบบระบบ

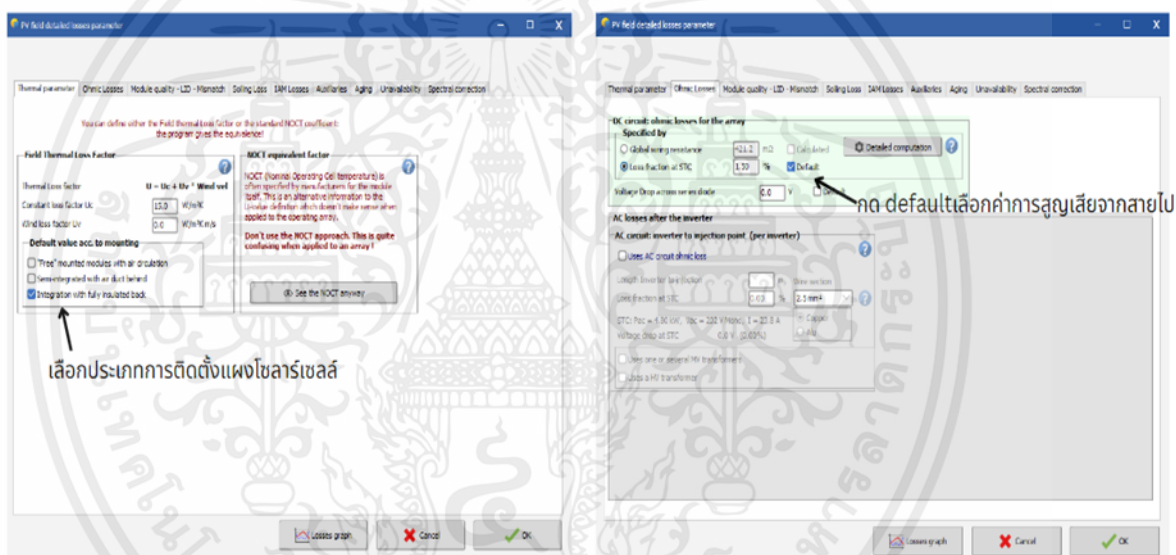


รูปที่ 3.70 เลือกขนาดแผงโซลาร์เซลล์และอินเวอร์เตอร์

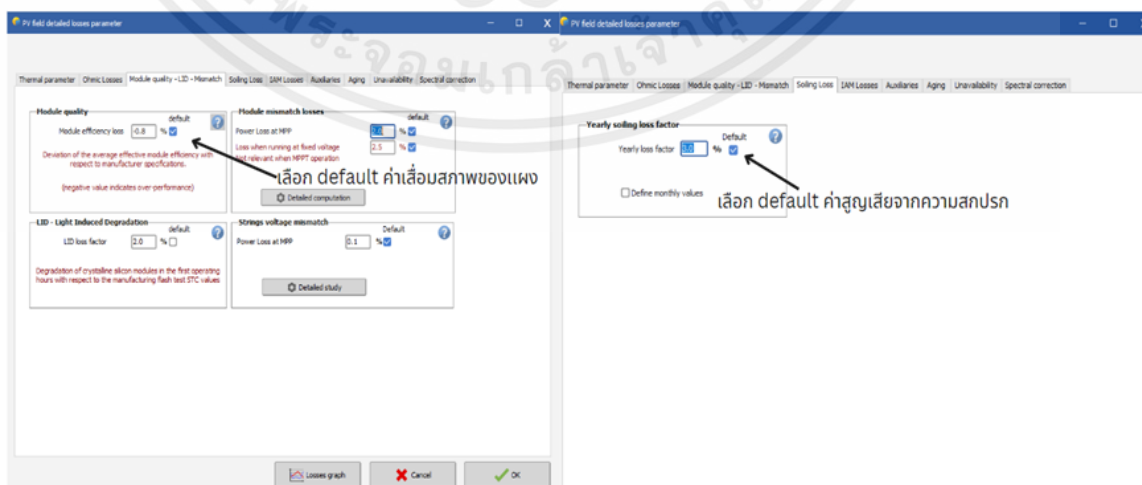
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.71 เริ่มใส่ค่าสูญเสีย

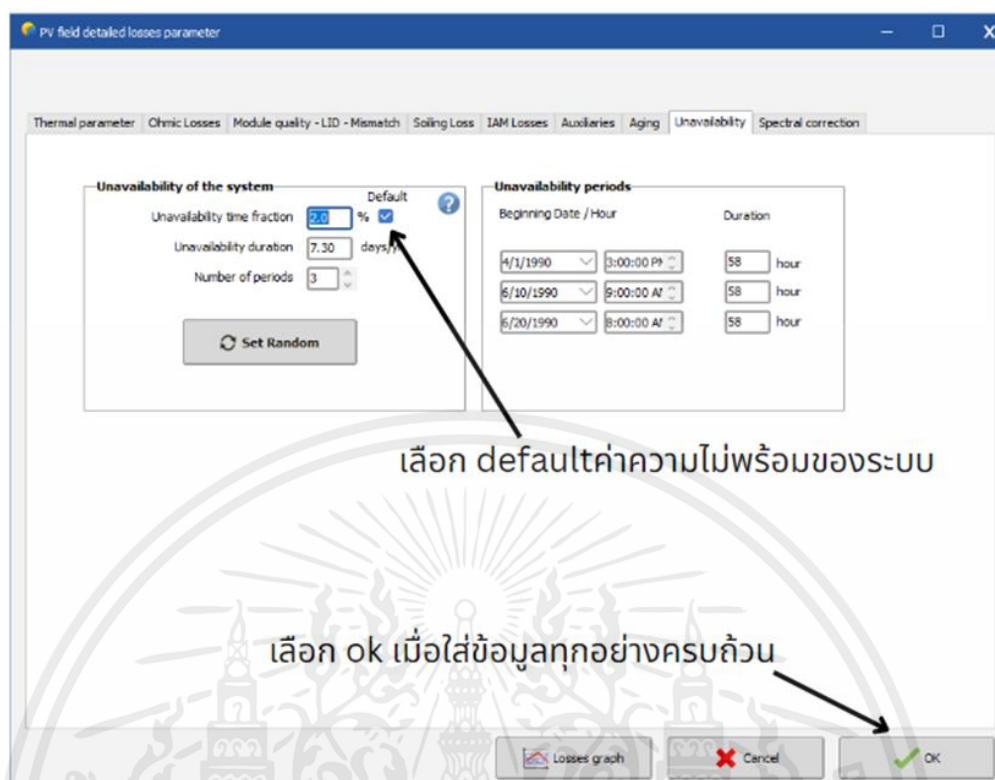


รูปที่ 3.72 ใส่ค่าความสูญเสียทางความร้อนและจากสายไฟ

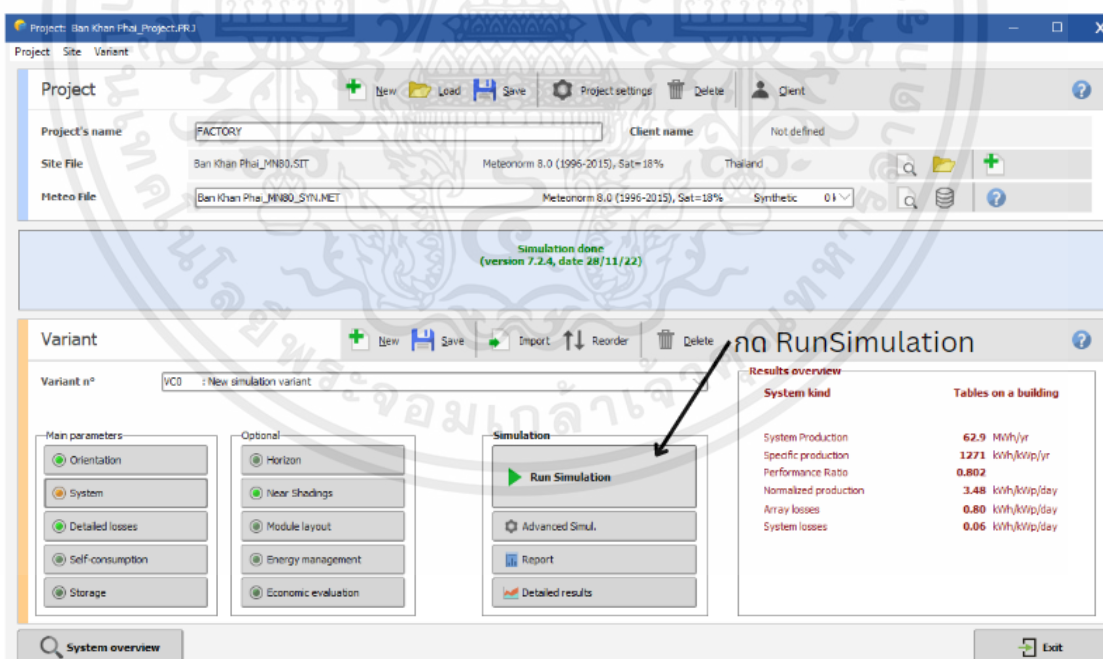


รูปที่ 3.73 ใส่ค่าความสูญเสียจากความเสื่อมสภาพแผงและค่าความสูญเสียจากสิ่งสกปรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



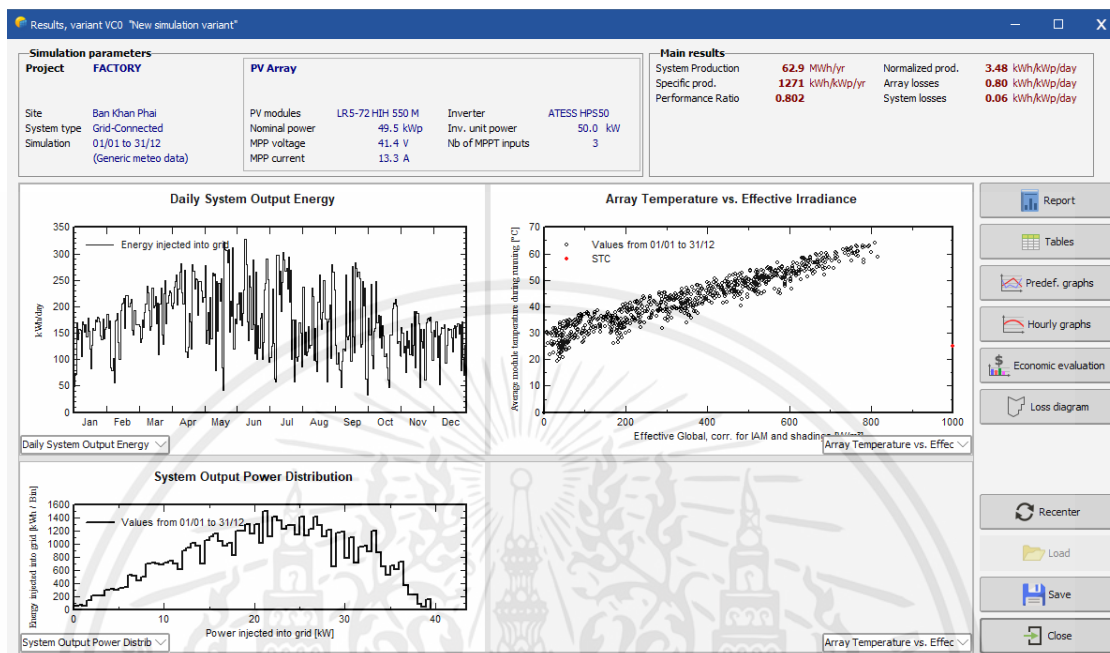
รูปที่ 3.74 ใส่ค่าความสูญเสียจากความไม่พร้อมของระบบ



รูปที่ 3.75 Run Simulation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-เมื่อ Run Simulation จะได้ค่ากำลังผลิตไฟ จากนั้นนำข้อมูลมาใช้คิดคำนวณจุดคุ้มทุน



รูปที่ 3.76 ข้อมูลที่ได้จากการ Simulation

• คำนวณจุดคุ้มทุนด้วยโปรแกรม Excel

เดือน/ปี	ค่าความส่องสว่างเฉลี่ยรายวัน (kWh/m²/day)	จำนวนหน่วยผลิต (kWh)	จำนวนเงินไม่รวม VAT (บาท)	จำนวนเงินรวม VAT (บาท)
มกราคม 2564	7,250.22	32,626.22	4,50	
กุมภาพันธ์ 2564	6,615.28	30,298.66	4.58	
มีนาคม 2564	7,899.22	34,124.64	4.32	
เมษายน 2564	6,433.72	27,978.02	4.35	
พฤษภาคม 2564	7,608.44	33,325.09	4.38	
มิถุนายน 2564	6,729.82	30,015.02	4.46	
กรกฎาคม 2564	7,289.73	32,658.95	4.48	
สิงหาคม 2564	7,751.09	33,639.75	4.34	
กันยายน 2564	7,171.70	32,200.94	4.49	
ตุลาคม 2564	7,769.49	34,574.26	4.45	
พฤศจิกายน 2564	7,172.39	32,993.72	4.60	
ธันวาคม 2564	7,239.25	32,431.87	4.48	
รวม	-	86,928.35	386,867.14	4.45

Input data	1	2
501,089.86	468,308.28	
572,035.76	534,612.86	
642,718.16	600,671.18	
660,782.01	617,553.28	
710,407.09	663,931.86	
738,711.35	690,384.44	
659,155.52	616,033.20	
709,727.60	663,296.82	
657,329.04	614,513.12	
744,125.81	695,444.68	
707,944.61	661,630.48	
651,901.25	590,561.92	

รูปที่ 3.77 ตารางค่าไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

● จัดทำใบเสนอราคา

SOLAR ROOFTOP ENERGY STORAGE & EV CHARGER PACKAGE		
PACKAGE 3 FACTORY		
<u>PV Installation</u>		
- แผงโซลาร์เซลล์ JA 550W จำนวน 90 แผง (49.5kwp)		
- อุปกรณ์จับยึดแผงโซลาร์ 1 ชุด		
<u>Inverter Installation</u>		
- ATESS HPS50 1 Pcs		
- Smart meter 1 เครื่อง		
- กล่องรวมสาย 1 ชุด		
<u>Grounding</u>		
- แท่งกราวด์ 1 แท่ง		
- Onetime welding 1 Pcs		
<u>Electrical Installation</u>		
- RCBO / MCB @ existing customer unit		
- ท่อร้อยสายไฟ		
- ร่องไฟ		
- IEC-01 50 sqmm (L,N,G)		
- Accessory		
<u>Installation</u>		
- ค่าแรง		
- ค่าดำเนินการขนส่ง		
EV Charger		
- ติดตั้งสายเบมวงจร 2		
- ตู้ควบคุม EV Charger ประกอบด้วย อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินหลัก, อุปกรณ์ป้องกันไฟรั่ว		
อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินย่อย, เต้ารับกระแสอุตสาหกรรม		
- ระบบเดินสายดิน		
รายการ	คืบทุนภายใน(ปี)	ราคา(บาท)
ติดตั้ง Solar Cell	10	678,442.5
Invertor-Energy storage		2,603,303.5
รวม		3,281,746.06
รายการ		ราคา(บาท)
ติดตั้ง EV Charger		29,000
เดินสายเบม (เส้น 20 เมตร เมตรละ 400บ.)		1,200
รวม		31,200

รูปที่ 3.81 ใบเสนอราคาโรงงานอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

4.1 ใบเสนอราคาบ้านเดี่ยว solar 5K

SOLAR ROOFTOP ENERGY STORAGE & EV CHARGER PACKAGE

PACKAGE 1 SINGLE HOME

PV Installation

- แผงโซลาร์เซลล์ JA 545W จำนวน 9 แผง (4,905 kwp)
- อุปกรณ์ยึดแผงโซลาร์ 1 ชุด

Inverter Installation

- Grid tie inverter SUN2000-5kTL-M1 1 Pcs
- Smart meter 1 เครื่อง
- กล่องรวมสาย 1 ชุด

Grounding

- แบ่งกราวด์ 1 แท่ง
- Onetime welding 1 Pcs

Electrical Installation

- RCBO / MCB @ existing customer unit
- ถัดร้อยสายไฟ
- ร่องไฟ
- IEC-01 6 sqmm (L.N.G)
- Accessory

Installation

- ค่าแรง
- ค่าดำเนินการขนส่ง

Energy Storage System

- LUNA2000-5-E0 1 Pcs
- (Battery module, usable energy 5kwh, 5Year)

EV Charger

- ติดตั้งสายเบบวงจร 2
- ตู้ควบคุม EV Charger ประกอบด้วย อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินหลัก, อุปกรณ์ป้องกันไฟรั่ว, อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินย่อย, ตู้รับกระแสอุตสาหกรรม
- ระบบเดินสายดิน

รายการ	ต้นทุนภายใน(ปี)	ราคา(บาท)
ติดตั้งระบบ Solar Cell	10	249,175
Energy storage		178,250
รวม		457,500

รายการ	ราคา(บาท)
ติดตั้ง EV Charger	29,000
เดินสายเบบ (เกิน 20 เมตร เมตรละ 400บ.)	1,200
รวม	31,200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ใบเสนอราคาอาคารพาณิชย์ 30.52 kW

SOLAR ROOFTOP ENERGY STORAGE & EV CHARGER PACKAGE

PACKAGE 2 JJ APARTMENT

งานติดตั้งระบบ Solar Cell Hybrid 30.52 kw 3 Phase

PV Installation

- แผงโซลาร์เซลล์ JA 545W จำนวน 56 แผง (30.52 kwp)
- อุปกรณ์ยึดแผงโซลาร์ 1 ชุด

Inverter Installation

- Grid tie inverter SUN2000-30KTL-M3 1 Pcs
- Smart meter 1 เครื่อง
- กล่องรวมสาย 1 ชุด

Grounding

- แม่เหล็กกราวด์ 1 แท่ง
- Onetime welding 1 Pcs

Electrical Installation

- RCBO / MCB @ existing customer unit
- ตู้ร้อยสายไฟ
- รางไฟ
- IEC-01 6 sqmm (L,N,G)
- Accessory

Installation

- ค่าแรง
- ค่าดำเนินการขนส่ง

รายการ	คืบทุนภายใน(ปี)	ราคา(บาท)
ติดตั้ง Solar cell 30.52 kw	7	978,407.32
Energy Storage System		1069500
รวม		2047907

รายการ	ราคา(บาท)
ติดตั้ง EV Charger	48,000
รวม	48,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ใบเสนอราคาโรงงานอุตสาหกรรม 49.5 kW

SOLAR ROOFTOP ENERGY STORAGE & EV CHARGER PACKAGE

PACKAGE 3 FACTORY

PV Installation

- แผงโซลาร์เซลล์ JA 550W จำนวน 90 แผง (49.5kwp)
- อุปกรณ์ยึดแผงโซลาร์ 1 ชุด

Inverter Installation

- ATESS HPS50 1 Pcs
- Smart meter 1 เครื่อง
- กล่องรวมสาย 1 ชุด

Grounding

- แท่งกราวด์ 1 แท่ง
- Onetime welding 1 Pcs

Electrical Installation

- RCBO / MCB @ existing customer unit
- ท่อร้อยสายไฟ

รางไฟ

- IEC-01 50 sqmm (L,N,G)

Accessory

Installation

- ค่าแรง
- ค่าดำเนินการขนส่ง

EV Charger

- ติดตั้งสายเบมวงจร 2
- ตู้ควบคุม EV Charger ประกอบด้วย อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินหลัก, อุปกรณ์ป้องกันไฟรั่ว, อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินย่อย, เต้ารับกระแสอุตสาหกรรม
- ระบบเดินสายดิน

รายการ	สัณทุกภายใน(ปี)	ราคา(บาท)
ติดตั้ง solar Cell	10	678,442.5
Inverter Energy storage		2,603,303.5
รวม		3,281,746.06

รายการ	ราคา(บาท)
ติดตั้ง EV Charger	29,000
เดินสายเบม (เส้น 20 เมตร เมตรละ 400บ.)	1,200
รวม	31,200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการจัดทำโครงการออกแบบเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่สำหรับใช้งานร่วมกับเครื่องอัดประจุไฟฟ้าเพื่อติดตั้งในบ้านเดี่ยว อพาร์ทเมนต์ และโรงงานอุตสาหกรรม ด้วยโปรแกรม PVsyst และ SketchUp

5.1.1 บ้านเดี่ยว ขนาดติดตั้ง 4.9 kW

- ระบบโซลาร์เซลล์ ราคา 249,175 บาท
- คืนทุนภายใน 10 ปี
- แบตเตอรี่ 5 kWh ราคา 178,250 บาท
- EV Charger ราคา 31,200 บาท

5.1.2 อพาร์ทเมนต์ ขนาดติดตั้ง 30.52 kW

- ระบบโซลาร์เซลล์ ราคา 978,407 บาท
- คืนทุนภายใน 7 ปี
- แบตเตอรี่ 30 kWh ราคา 1,069,500 บาท
- EV Charger ราคา 48,000 บาท

5.1.3 โรงงานอุตสาหกรรม ขนาดติดตั้ง 30.52 kW

- ระบบโซลาร์เซลล์ ราคา 678,442 บาท
- คืนทุนภายใน 10 ปี
- Invertor + Battery 50 kWh ราคา 2,603,303 บาท
- EV Charger ราคา 31,200 บาท

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 เนื่องจากราคาอุปกรณ์ในแต่ละยุคสมัยมีความแตกต่างกัน ราคาอาจเปลี่ยนได้ตามราคาอุปกรณ์ต่างๆในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

- [1] ศูนย์วิเคราะห์เศรษฐกิจทีทีบี ประเมินปี 2565
- [2] Alt Energy Tutorials,(2013).”Grid Connected PV System : Connecting your Solar System to the grid”.alternative-energy-tutorials.com.
- [3] E.Bellini,(2021).”Mathematical Model to Couple Pumped Hydro with Wind and Solar in Island”.pv-magazine.com
- [4] D.Pablo et al.,”Parabolic Trough Solar Collectros: A General Overview of technology,industail Applications,Energy Market,Modeling,and Standards,”Green Processing and Synthesis,vol.9,no.1,2020,pp.595-649
- [5] S.Dabiri,”Introduction of Solar Collectors and Energy and Exergy Analysis of a Helio-stat Plant,”in Proceedings of 3rd international Conference on Solar Energy(ICESE-2016),September 2016,Tehran,ran
- [6] O. Palizban and K. Kauhaniemi “Energy Storage Systems in Moderngrid -Matrix of Technologies and Application,” J. Energy Storage, vol 6, pp 248-259, May 2016
- [7] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
- [8] S.-H.Yu et al.,”Hybrid Cellular Nanosheets for High-Perfomance Lithium-ion Battery Anodes,”Amer.chem.Soc.,vol 137,no37,pp.11954-11961,2015.
- [9]D.A.J.Rand and P.T.Moseley,Lead-Acid Battery Fundamentals.Amsterdam,the Netherlands: Elsevier,Mar.2017,pp.1-706.
- [10] N.kawakami et al.,”Development and field Experiences of Stabillization System using 34 MW NaS Batteries for a 51 MW Wind Farm,”in Proc.IEEE Int.Symp.Ind.Electron.,jul.2010,pp.2371-2376.
- [11]X.Luo et al.,”Overview of current Development in Electrical Energy Storage Technologies and the Application Potential in Power System Operation,”Appl.Energy,vol.137,pp.511-536,Jan.2015
- [12]สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย, “โครงการศึกษาความเหมาะสมและแนวทางในการส่งเสริมอุตสาหกรรมสำรองไฟฟ้าสำหรับโครงข่ายไฟฟ้าของประเทศ(Grid Energy Storage), 2560; World Energy Council, “Five Step to Energy Storage”, 2563)
- [13] www.xinhua.com/china/275019_20220404
- [14] Snapshot of Global PV Markets 2022

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[15] Pontical. (2012). “EVs get Boost from New SAE Standard for DC FAST Charging” Automotive Engineering International. Nov 6, 2012. SAE International.

[16]Circutor,SA.“Electric vehicle smartcharge”.Retrievedfromhttp://circutor.com/docs/CA_V_03.pdf

[17]www.greencarereports.com/news/1090933_standardized-electric-car-battery-swapping-won-thappen-heres-why

[18]www.kroobannok.com



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
PV Simulation Report

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


PVsyst V7.2.4

VC0, Simulation date:
02/12/22 00:30
with v7.2.4

Project: บ้านเดี่ยว ja solar 5 k

Variant: New simulation variant

Project summary				
Geographical Site Ban Bang Bamru Thailand	Situation		Project settings	
	Latitude	13.78 °N	Albedo	0.20
	Longitude	100.49 °E		
	Altitude	10 m		
	Time zone	UTC+7		
Meteo data Ban Bang Bamru Meteonorm 8.0 (1996-2015) - Synthetic				
System summary				
Grid-Connected System		Tables on a building		
PV Field Orientation Fixed plane Tilt/Azimuth		Near Shadings Linear shadings		User's needs Unlimited load (grid)
15 / 0 °				
System information		Inverters		
PV Array				
Nb. of modules	9 units	Nb. of units	1 Unit	
Pnom total	4905 Wp	Pnom total	4950 W	
		Pnom ratio	0.991	
Results summary				
Produced Energy	6.44 MWh/year	Specific production	1314 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR
				76.55 %
Table of contents				
Project and results summary				2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses				3
Near shading definition - Iso-shadings diagram				4
Main results				5
Loss diagram				6
Special graphs				7
CO ₂ Emission Balance				8

รูปที่ ก.1 Project Summary

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



PVsyst V7.2.4

VC0, Simulation date:
02/12/22 00:30
with v7.2.4

Project: บ้านเดี่ยว ja solar 5 k

Variant: New simulation variant

General parameters

Grid-Connected System

PV Field Orientation

Orientation
Fixed plane
Tilt/Azimuth 15 / 0 °

Horizon

Free Horizon

Tables on a building

Sheds configuration

Nb. of sheds 9 units

Sizes

Sheds spacing 1.09 m
Collector width 1.13 m
Ground Cov. Ratio (GCR) 103.7 %

Shading limit angle

Limit profile angle 90.0 °

Near Shadings

Linear shadings

Models used

Transposition Perez
Diffuse Perez, Meteonom
Circumsolar separate

User's needs

Unlimited load (grid)

PV Array Characteristics

PV module

Manufacturer JA Solar
Model JAM72S30-545-MR
(Custom parameters definition)
Unit Nom. Power 545 Wp
Number of PV modules 9 units
Nominal (STC) 4905 Wp
Modules 1 String x 9 In series
At operating cond. (50°C)
Pmpp 4481 Wp
U mpp 338 V
I mpp 13 A

Total PV power

Nominal (STC) 5 kWp
Total 9 modules
Module area 23.3 m²

Inverter

Manufacturer Huawei Technologies
Model SUN2000L-4.95KTL-JP
(Original PVsyst database)
Unit Nom. Power 4.95 kWac
Number of inverters 1 units
Total power 5.0 kWac
Operating voltage 90-500 V
Pnom ratio (DC:AC) 0.99

Total inverter power

Total power 5 kWac
Nb. of inverters 1 Unit
Pnom ratio 0.99

Array losses

Array Soiling Losses

Loss Fraction 3.0 %

Thermal Loss factor

Module temperature according to irradiance
Uc (const) 15.0 W/m²K
Uv (wind) 0.0 W/m²K/m/s

DC wiring losses

Global array res. 421 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

LID - Light Induced Degradation

Loss Fraction 2.0 %

Module Quality Loss

Loss Fraction -0.8 %

Module mismatch losses

Loss Fraction 2.0 % at MPP

Strings Mismatch loss

Loss Fraction 0.1 %

IAM loss factor

Incidence effect (IAM): Fresnel smooth glass, n = 1.526

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.998	0.981	0.948	0.862	0.776	0.636	0.403	0.000

รูปที่ ก.2 General parameter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

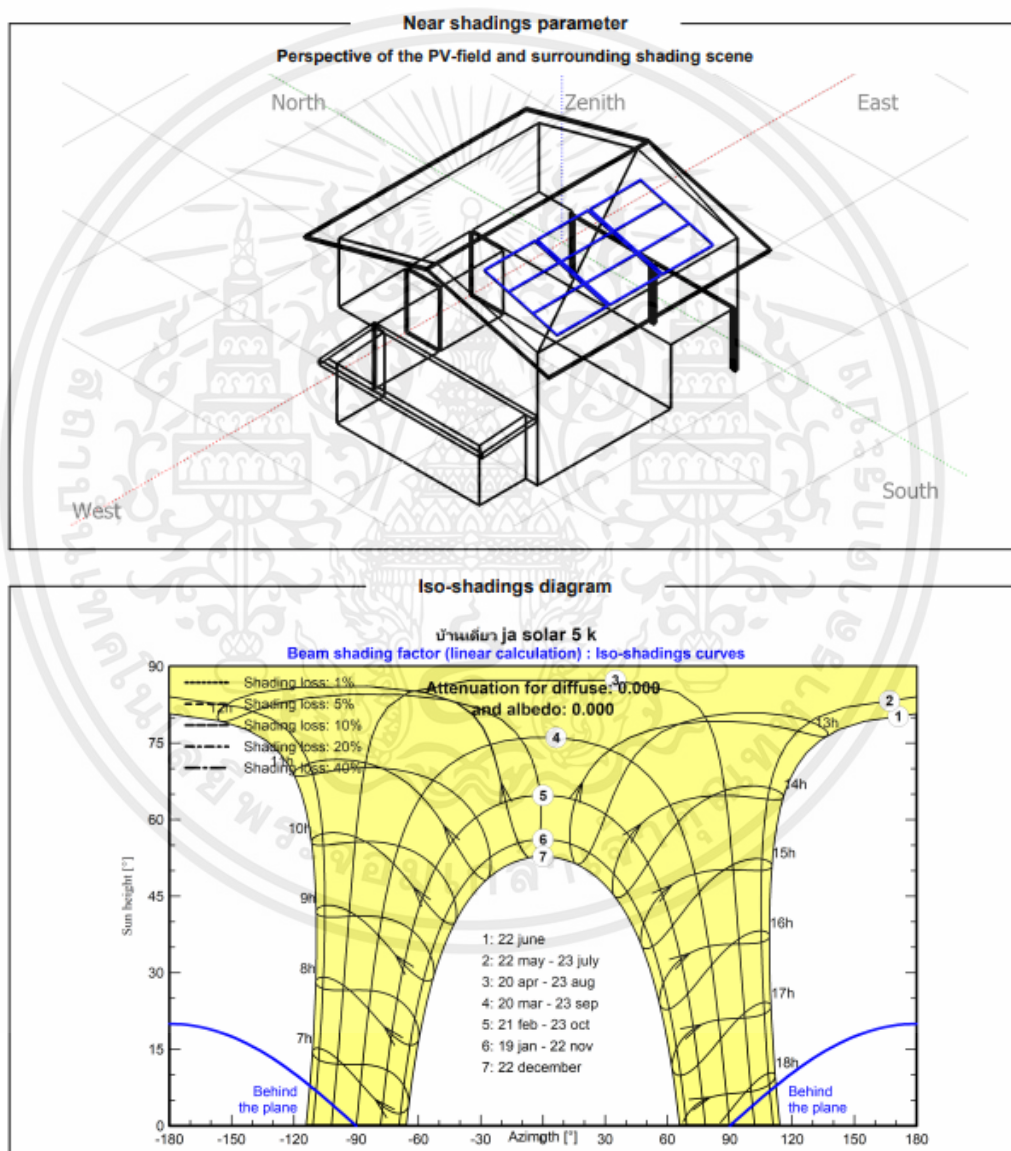


PVsyst V7.2.4

VC0. Simulation date:
02/12/22 00:30
with v7.2.4

Project: บ้านเดี่ยว ja solar 5 k

Variant: New simulation variant



รูปที่ ก.3 Near Shading parameter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

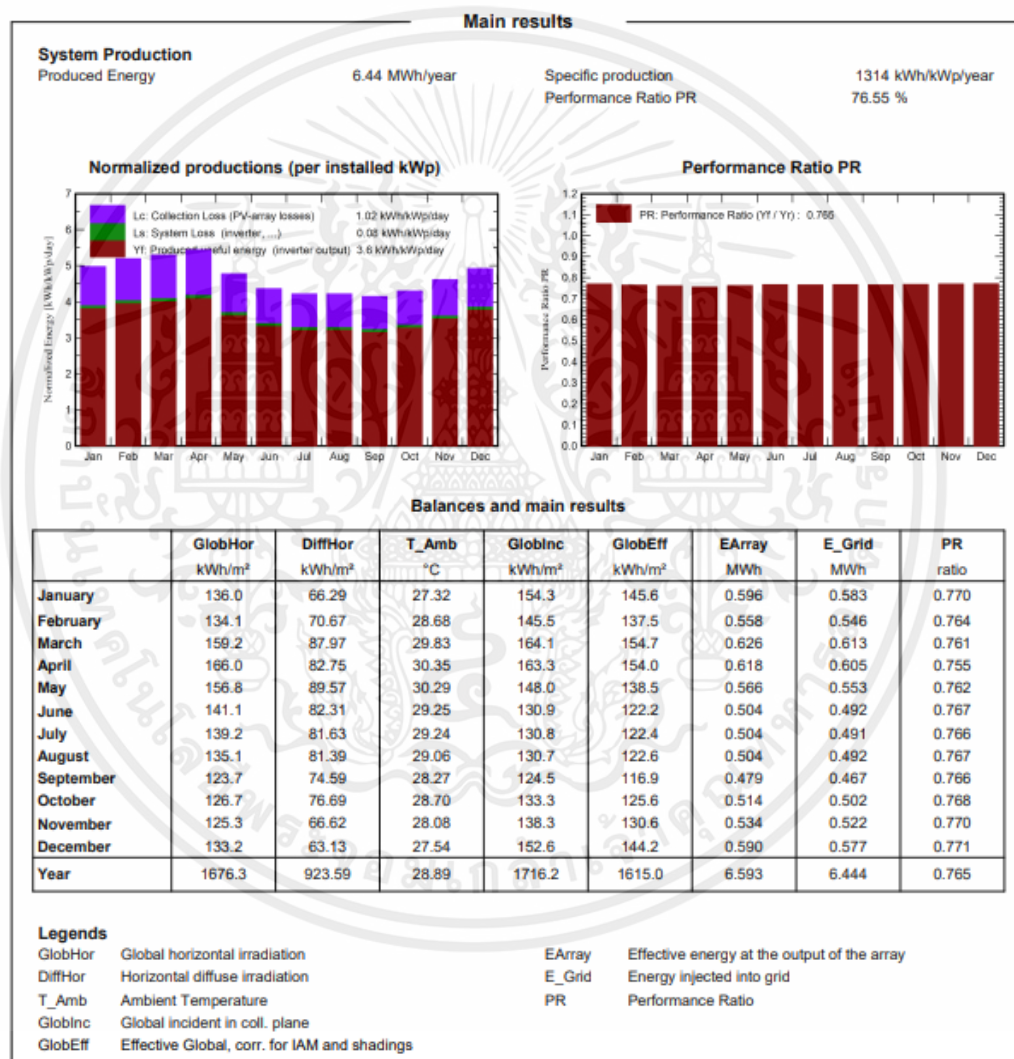


PVsyst V7.2.4

VC0, Simulation date:
02/12/22 00:30
with v7.2.4

Project: บ้านเดี่ยว ja solar 5 k

Variant: New simulation variant



รูปที่ ก.4 Main results

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

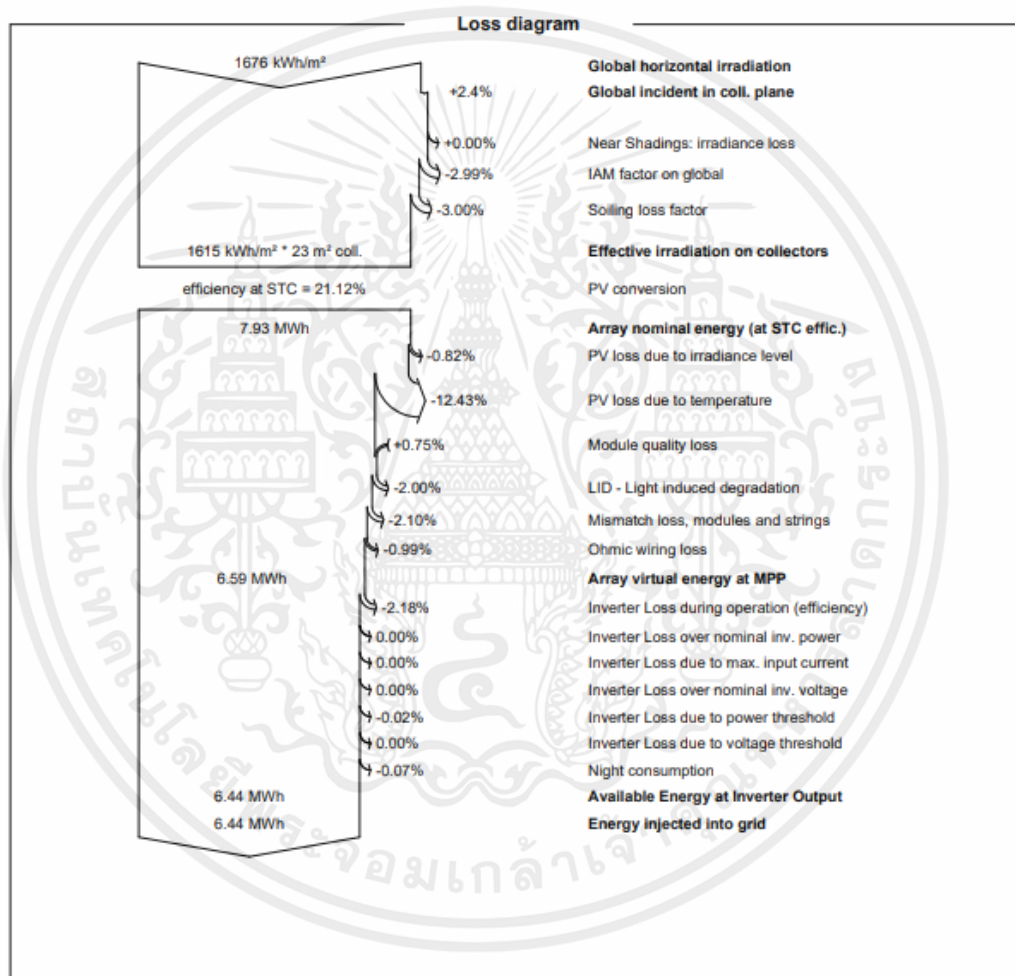


PVsyst V7.2.4

VC0, Simulation date:
02/12/22 00:30
with v7.2.4

Project: บ้านเดี่ยว ja solar 5 k

Variant: New simulation variant



รูป ก.5 Loss diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

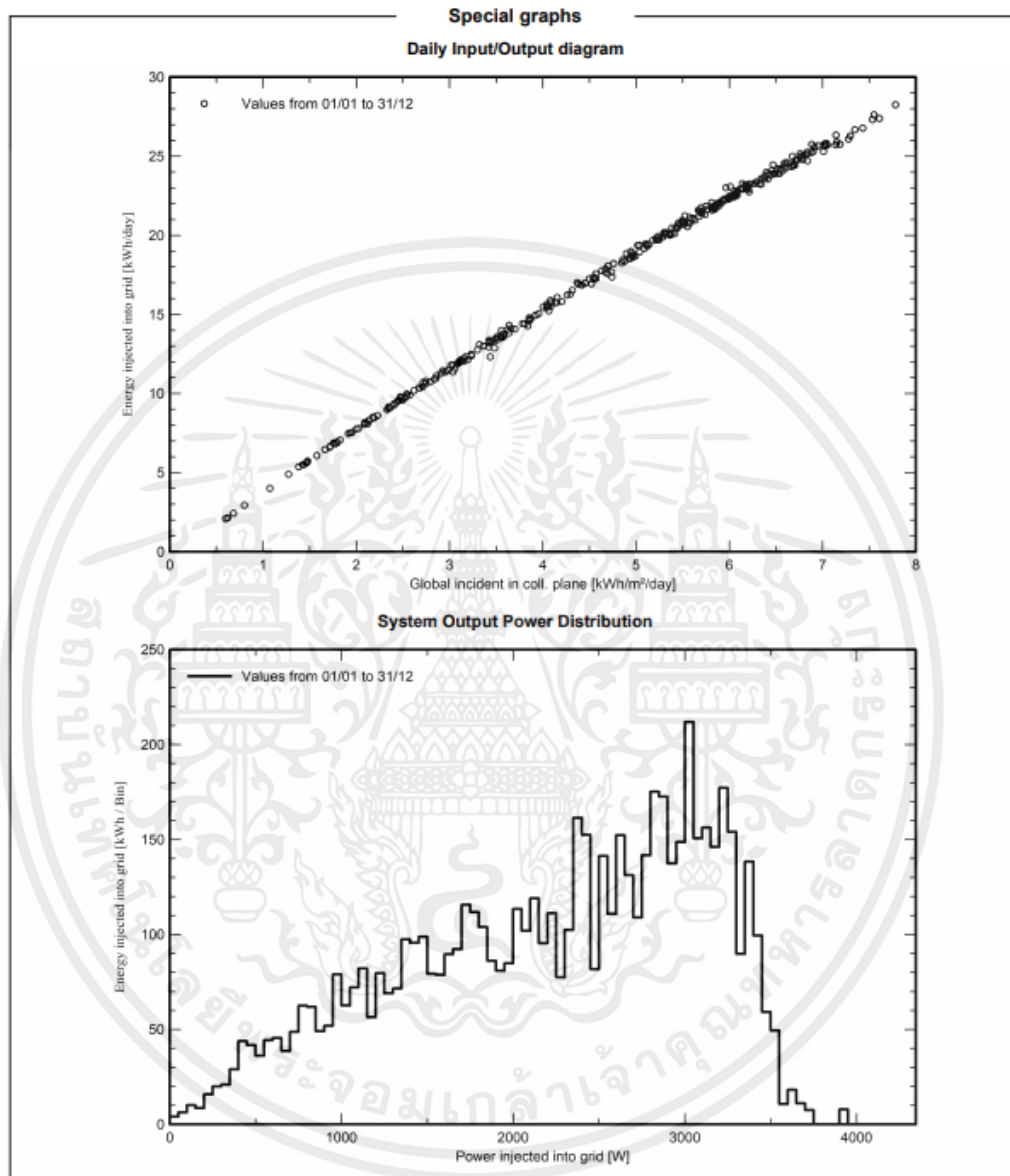


PVsyst V7.2.4

VC0, Simulation date:
02/12/22 01:21
with v7.2.4

Project: บ้านเดี่ยว ja solar 5 k

Variant: New simulation variant



รูปที่ ก.6 Special graphs

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



PVsyst V7.2.4

VC0, Simulation date:
02/12/22 00:46
with v7.2.4

Project: APARTMENT SOLAR

Variant: New simulation variant

Project summary

Geographical Site

JJ APARTMENT
Thailand

Situation

Latitude 13.79 °N
Longitude 100.48 °E
Altitude 9 m
Time zone UTC+7

Project settings

Albedo 0.20

Meteo data

JJ APARTMENT
Meteonorm 8.0 (1996-2015) - Synthetic

System summary

Grid-Connected System

PV Field Orientation

Fixed planes 2 orientations
Tilts/azimuths 15 / -90 °
15 / 90 °

System information

PV Array

Nb. of modules
Pnom total

Tables on a building

Near Shadings

Linear shadings

User's needs

Unlimited load (grid)

Inverters

Nb. of units 0.8 Unit
Pnom total 22.50 kWac
Pnom ratio 1.356

Results summary

Produced Energy 37.57 MWh/year Specific production 1231 kWh/kWp/year Perf. Ratio PR 74.93 %

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Near shading definition - Iso-shadings diagram	4
Main results	5
Loss diagram	6
Special graphs	7
CO ₂ Emission Balance	8

รูปที่ ก.7 Project Summary

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


PVsyst V7.2.4

VC0, Simulation date:
02/12/22 00:46
with v7.2.4

Project: APARTMENT SOLAR

Variant: New simulation variant

General parameters					
Grid-Connected System		Tables on a building			
PV Field Orientation		Sheds configuration		Models used	
Orientation		Nb. of sheds	56 units	Transposition	Perez
Fixed planes	2 orientations	Sizes		Diffuse	Perez, Meteonorm
Tilts/azimuths	15 / -90 °	Sheds spacing	1.09 m	Circumsolar	separate
	15 / 90 °	Collector width	1.13 m		
		Ground Cov. Ratio (GCR)	103.7 %		
		Shading limit angle			
		Limit profile angle	90.0 °		
Horizon		Near Shadings		User's needs	
Free Horizon		Linear shadings		Unlimited load (grid)	

PV Array Characteristics					
PV module		Inverter			
Manufacturer	JA Solar	Manufacturer	Huawei Technologies		
Model	JAM72S30-545-MR	Model	SUN2000-33KTL-A		
(Custom parameters definition)		(Original PVsyst database)			
Unit Nom. Power	545 Wp	Unit Nom. Power	30.0 kWac		
Number of PV modules	56 units	Number of inverters	3 * MPPT 25% 0.8 units		
Nominal (STC)	30.5 kWp	Total power	22.5 kWac		
Modules	4 Strings x 14 in series	Operating voltage	200-1000 V		
At operating cond. (50°C)		Max. power (=>40°C)	33.0 kWac		
Pmpp	27.88 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.36		
U mpp	526 V				
I mpp	53 A				
Total PV power		Total inverter power			
Nominal (STC)	31 kWp	Total power	23 kWac		
Total	56 modules	Nb. of inverters	1 Unit		
Module area	145 m²	Pnom ratio	0.3 unused		
			1.36		

Array losses					
Array Soiling Losses		Thermal Loss factor		DC wiring losses	
Loss Fraction	3.0 %	Module temperature according to irradiance		Global array res.	164 mΩ
		Uc (const)	15.0 W/m²K	Loss Fraction	1.5 % at STC
		Uv (wind)	0.0 W/m²K/m/s		
Serie Diode Loss		LID - Light Induced Degradation		Module Quality Loss	
Voltage drop	0.7 V	Loss Fraction	2.0 %	Loss Fraction	-0.8 %
Loss Fraction	0.1 % at STC				
Module mismatch losses		Strings Mismatch loss			
Loss Fraction	2.0 % at MPP	Loss Fraction	0.1 %		
IAM loss factor					
Incidence effect (IAM): Fresnel smooth glass, n = 1.526					
0°	30°	50°	60°	70°	75°
1.000	0.998	0.981	0.948	0.862	0.776
					80°
					0.636
					85°
					0.403
					90°
					0.000

รูปที่ ก.8 General parameter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

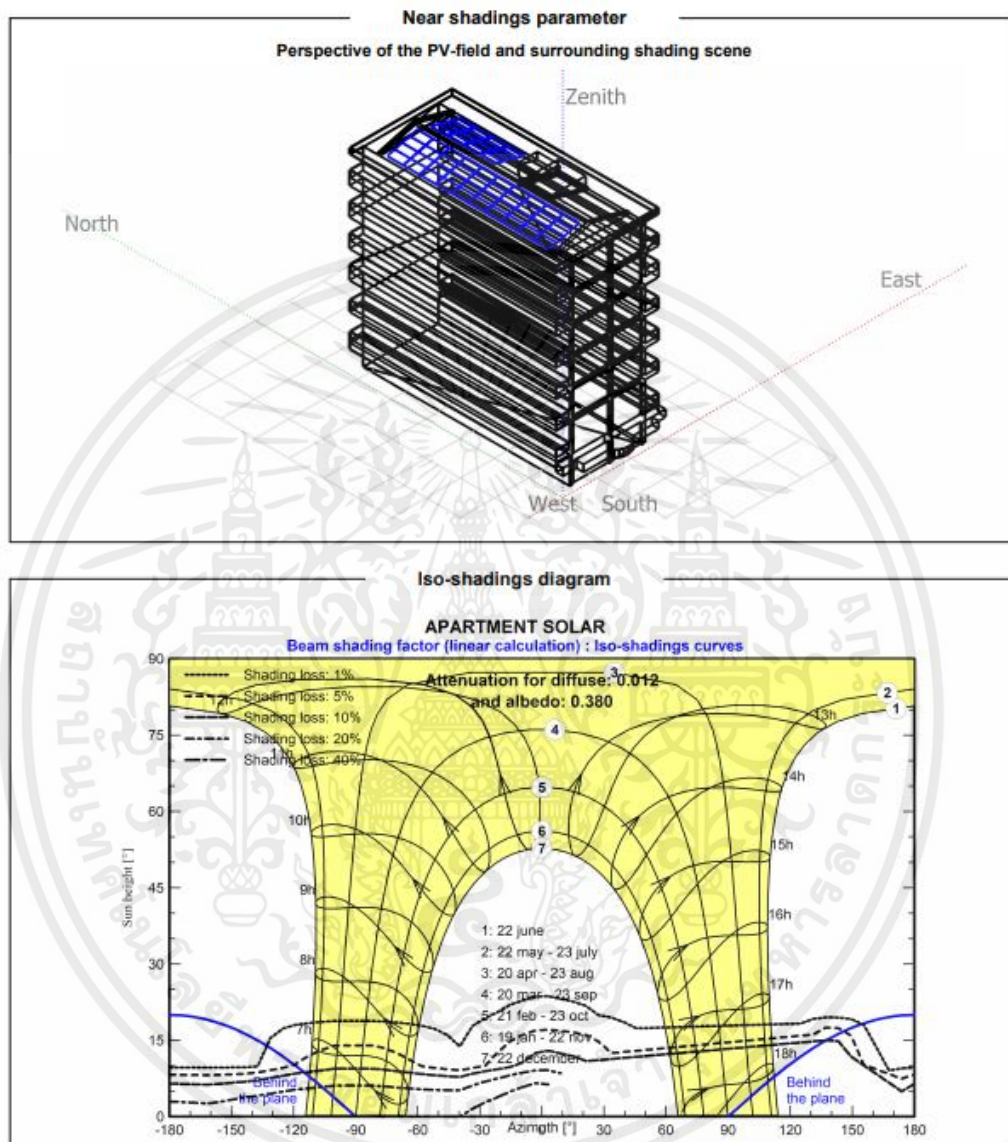


PVsyst V7.2.4

VC0, Simulation date:
02/12/22 00:46
with v7.2.4

Project: APARTMENT SOLAR

Variant: New simulation variant



รูปที่ ก.9 Near Shading parameter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



PVsyst V7.2.4

VC0, Simulation date:
02/12/22 00:46
with v7.2.4

Project: APARTMENT SOLAR

Variant: New simulation variant

Main results

System Production

Produced Energy

37.57 MWh/year

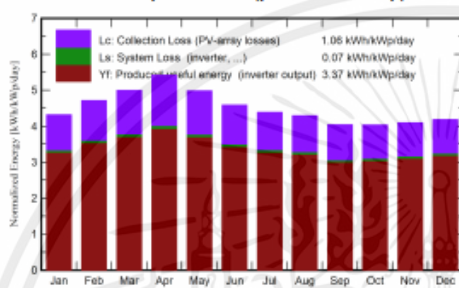
Specific production

1231 kWh/kWp/year

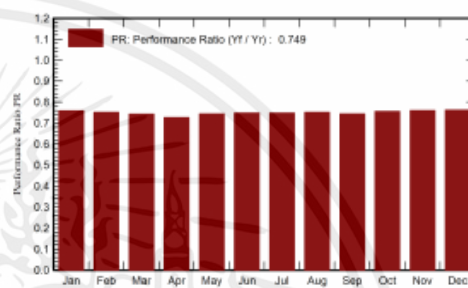
Performance Ratio PR

74.93 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	ratio
January	136.0	66.27	27.33	133.9	124.3	3.164	3.102	0.759
February	134.1	70.67	28.68	131.9	123.2	3.088	3.027	0.752
March	159.2	87.95	29.83	154.8	144.8	3.584	3.514	0.744
April	166.0	82.74	30.35	162.5	152.5	3.681	3.608	0.728
May	156.8	89.57	30.29	154.4	144.5	3.578	3.507	0.744
June	141.1	82.31	29.25	137.7	128.6	3.210	3.145	0.749
July	139.2	81.65	29.24	135.9	127.0	3.167	3.104	0.748
August	135.1	81.10	29.06	133.0	124.4	3.115	3.052	0.752
September	123.7	74.58	28.27	121.1	112.9	2.810	2.754	0.745
October	126.7	76.67	28.69	125.0	116.6	2.946	2.887	0.756
November	125.3	66.60	28.08	122.9	114.4	2.909	2.851	0.760
December	133.2	63.10	27.54	129.7	120.3	3.081	3.020	0.763
Year	1676.3	923.22	28.89	1642.9	1533.5	38.333	37.571	0.749

Legends

GlobHor Global horizontal irradiation

DiffHor Horizontal diffuse irradiation

T_Amb Ambient Temperature

GlobInc Global incident in coll. plane

GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings

EArray Effective energy at the output of the array

E_Grid Energy injected into grid

PR Performance Ratio

รูปที่ ก.10 Main results

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

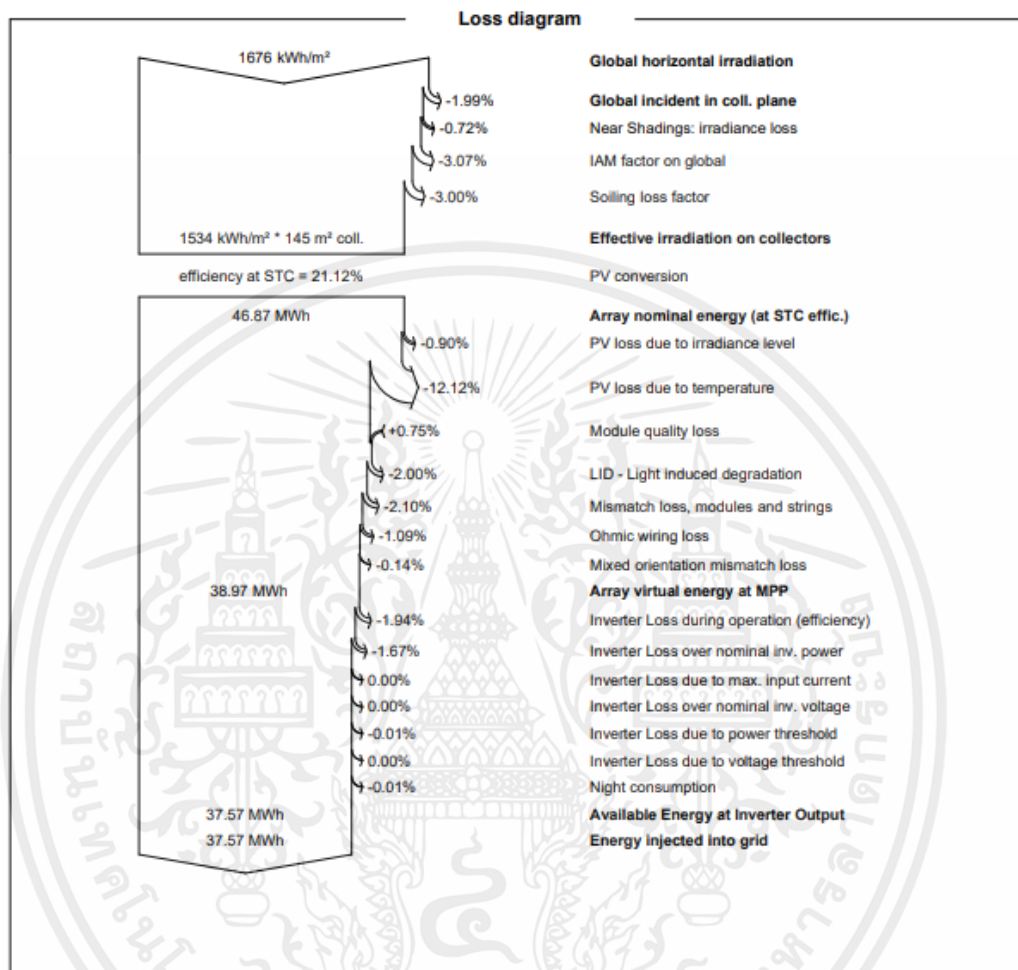


PVsyst V7.2.4

VC0, Simulation date:
02/12/22 00:46
with v7.2.4

Project: APARTMENT SOLAR

Variant: New simulation variant



รูป ก.11 Loss diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

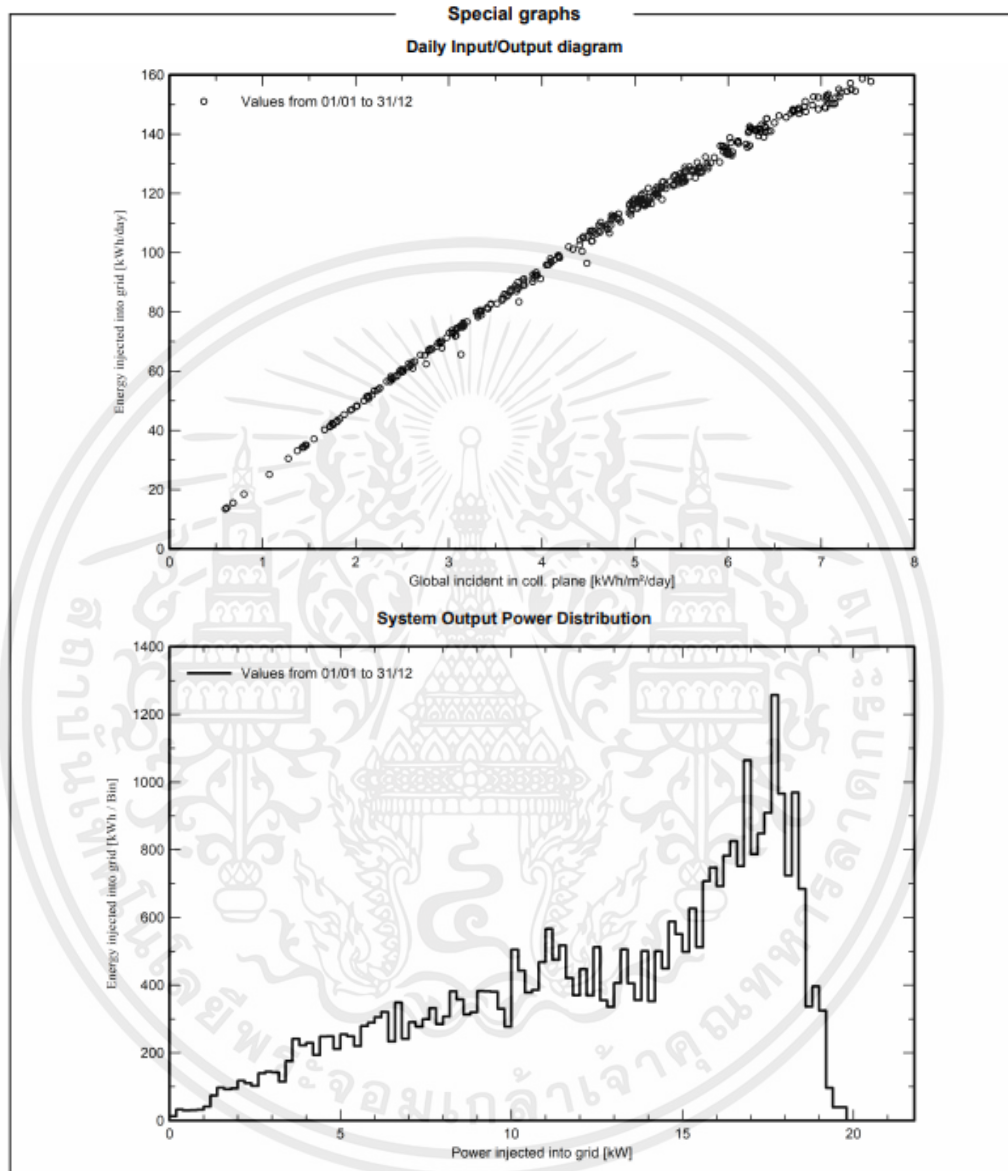


PVsyst V7.2.4

VC0, Simulation date:
02/12/22 00:46
with v7.2.4

Project: APARTMENT SOLAR

Variant: New simulation variant



รูปที่ ก.12 Special Graphs

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

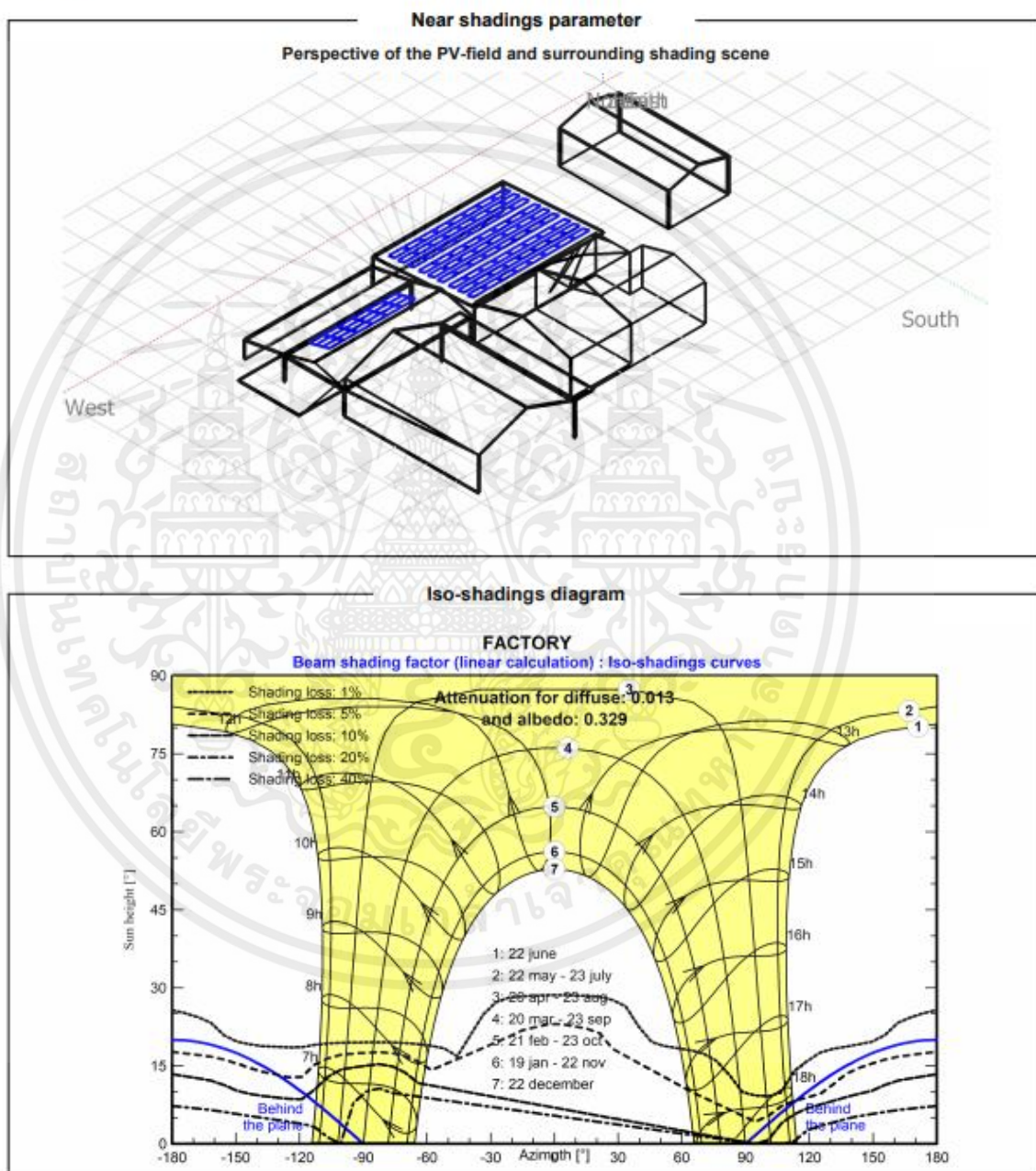


PVsyst V7.2.4

VCO, Simulation date:
02/12/22 00:52
with v7.2.4

Project: FACTORY

Variant: New simulation variant



รูปที่ ก.15 Near shadings parameter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



PVsyst V7.2.4

VC0, Simulation date:
02/12/22 00:52
with v7.2.4

Project: FACTORY

Variant: New simulation variant

Main results

System Production

Produced Energy

62.91 MWh/year

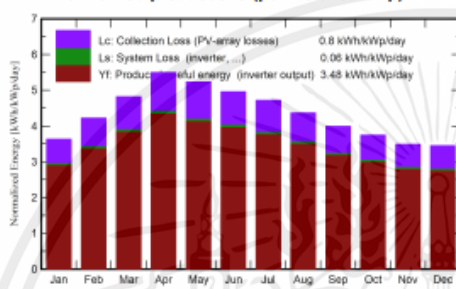
Specific production

1271 kWh/kWp/year

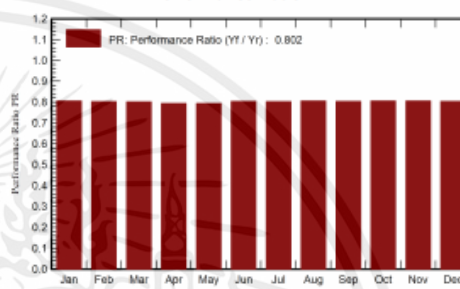
Performance Ratio PR

80.19 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	ratio
January	135.5	66.04	26.63	112.5	104.1	4.571	4.490	0.806
February	134.4	68.01	28.27	118.2	110.6	4.781	4.700	0.803
March	160.0	93.87	29.85	149.3	140.5	6.023	5.924	0.802
April	168.7	86.86	30.58	164.9	156.2	6.588	6.476	0.793
May	159.6	82.80	30.41	162.2	153.6	6.484	6.375	0.794
June	144.9	87.66	29.38	148.7	140.6	6.019	5.914	0.803
July	143.3	83.13	29.39	146.2	138.5	5.910	5.805	0.802
August	137.4	89.17	29.11	135.5	127.8	5.505	5.405	0.806
September	127.0	66.25	28.29	119.7	112.7	4.847	4.760	0.803
October	128.2	74.26	28.38	116.1	108.6	4.721	4.633	0.806
November	123.1	64.14	27.61	104.7	97.1	4.256	4.177	0.806
December	130.9	60.89	26.74	106.9	98.4	4.330	4.251	0.803
Year	1693.2	923.06	28.72	1585.0	1488.6	64.035	62.912	0.802

Legends

GlobHor Global horizontal irradiation
DiffHor Horizontal diffuse irradiation
T_Amb Ambient Temperature
GlobInc Global incident in coll. plane
GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings

EArray Effective energy at the output of the array
E_Grid Energy injected into grid
PR Performance Ratio

รูปที่ ก.16 Main results

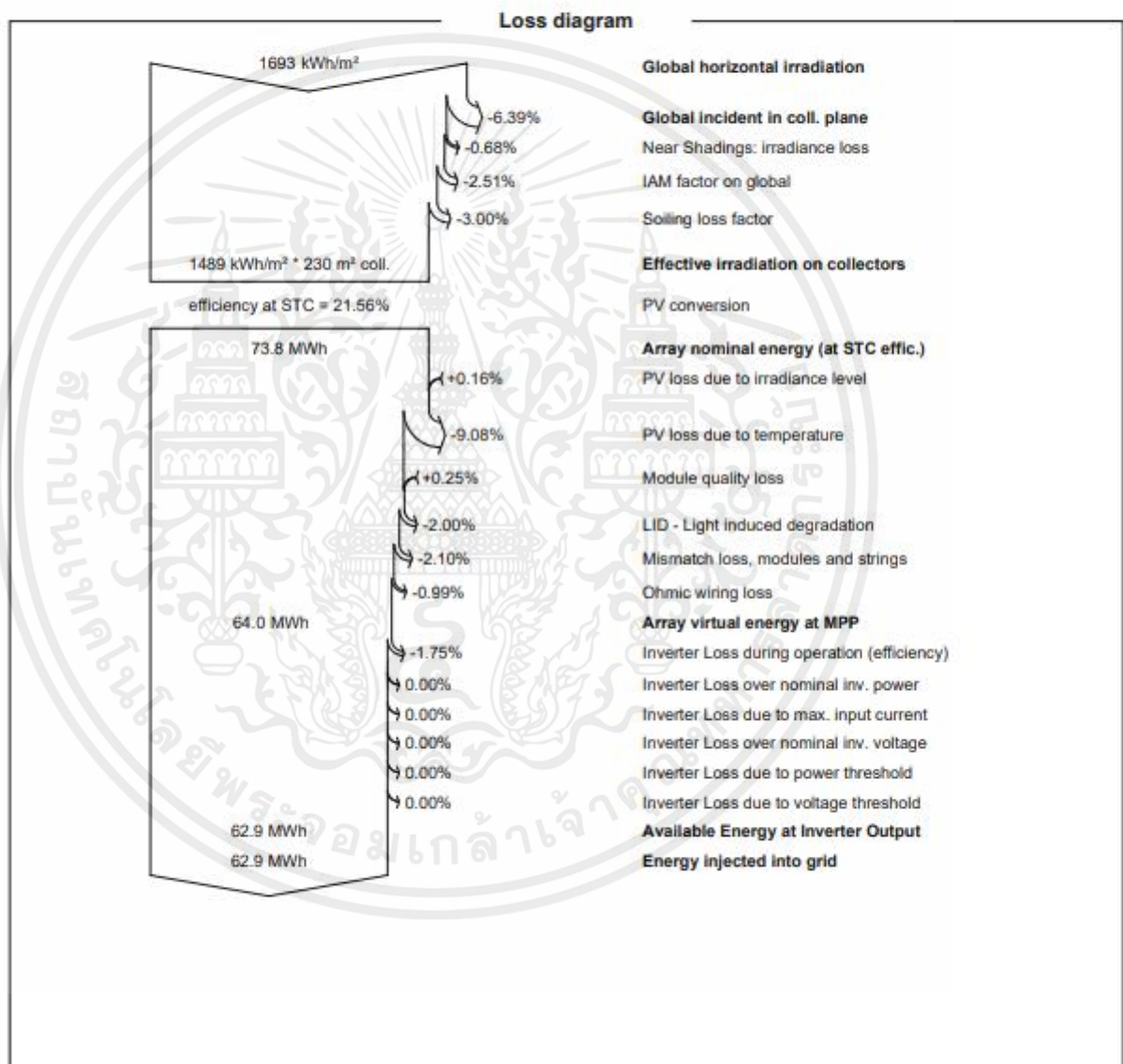
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



PVsyst V7.2.4
 VCO, Simulation date:
 02/12/22 00:52
 with v7.2.4

Project: FACTORY

Variant: New simulation variant



รูปที่ ก.17 Loss diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



PVsyst V7.2.4

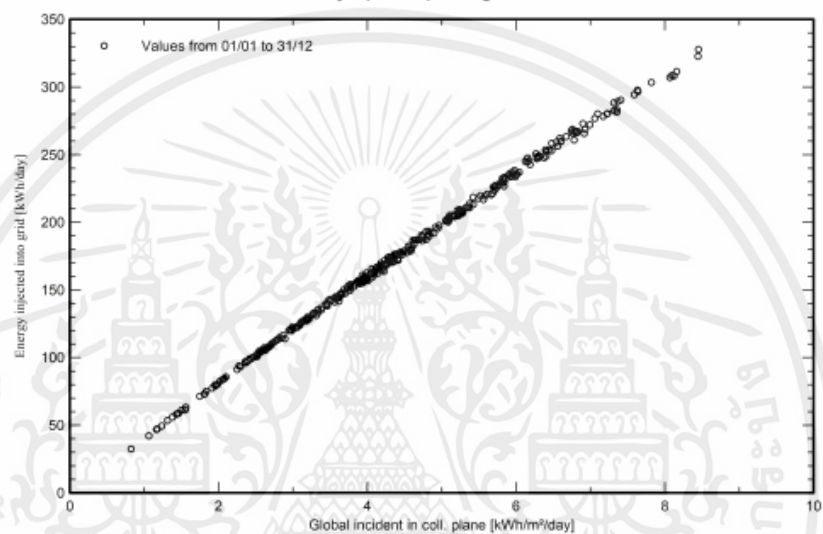
VC0, Simulation date:
02/12/22 00:52
with v7.2.4

Project: FACTORY

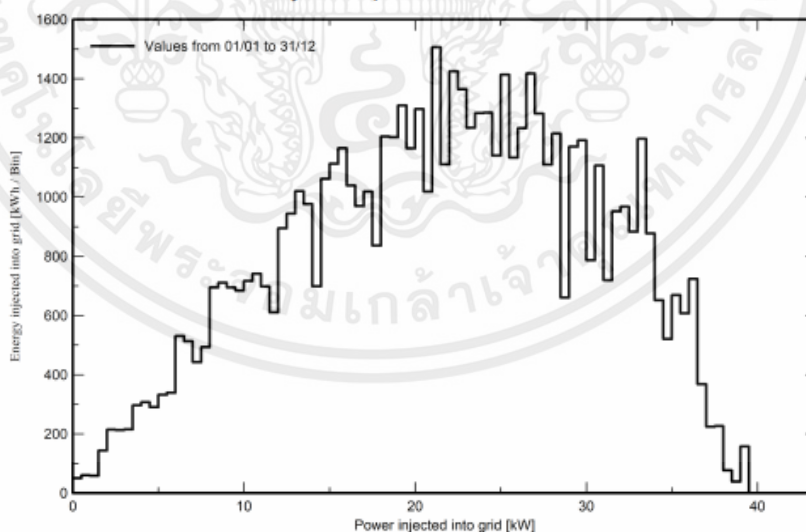
Variant: New simulation variant

Special graphs

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution



รูปที่ ก.18 Special graphs

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้จัดทำ



ชื่อ-นามสกุล นายปรมินทร์ อนันต์ไพศาลสิน
 วัน เดือน ปีเกิด วันที่ 11 มกราคม พ.ศ. 2544
 ภูมิลำเนา จังหวัด นครปฐม
 ที่อยู่ 30/4 หมู่ที่ 6 ตำบลวังเย็น อำเภอมะเมือง
 จังหวัดนครปฐม 73000

ประวัติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษา สายวิทย์ – คณิต ปีการศึกษา 2561 จากโรงเรียนสิรินธรราชวิทยาลัย จังหวัดนครปฐม

ผลงานและกิจกรรม

- ผ่านการฝึกงาน จากการไฟฟ้านครหลวง จังหวัดกรุงเทพมหานคร ตำแหน่งนักศึกษาฝึกงาน ในฝ่ายวิศวกรรม ธุรกิจยานยนต์ไฟฟ้า กองธุรกิจเกี่ยวเนื่องหน่วยงานภาครัฐ ปี พ.ศ. 2565
- ผ่านการฝึกสหกิจ จากการไฟฟ้านครหลวง จังหวัดกรุงเทพมหานคร ตำแหน่งนักศึกษาฝึกงาน ในฝ่ายวิศวกรรม ธุรกิจยานยนต์ไฟฟ้า กองธุรกิจเกี่ยวเนื่องหน่วยงานภาครัฐ ปี พ.ศ. 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้