

تقرير: دراسة مبسطة للحلول المتاحة امامنا حين تكون المساحة المتيسرة عامل محدد لنصب أنظمة/مشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية؟

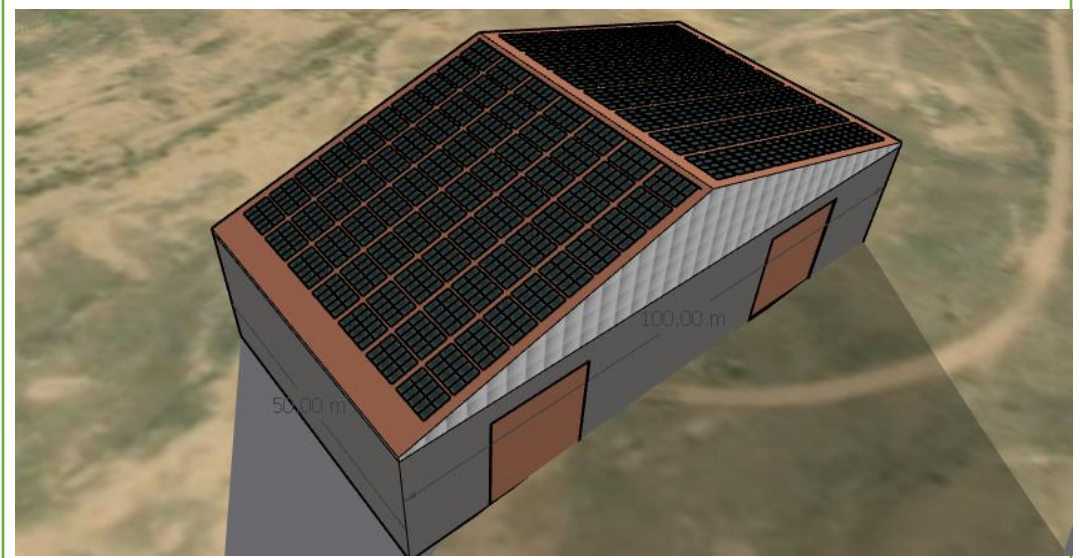
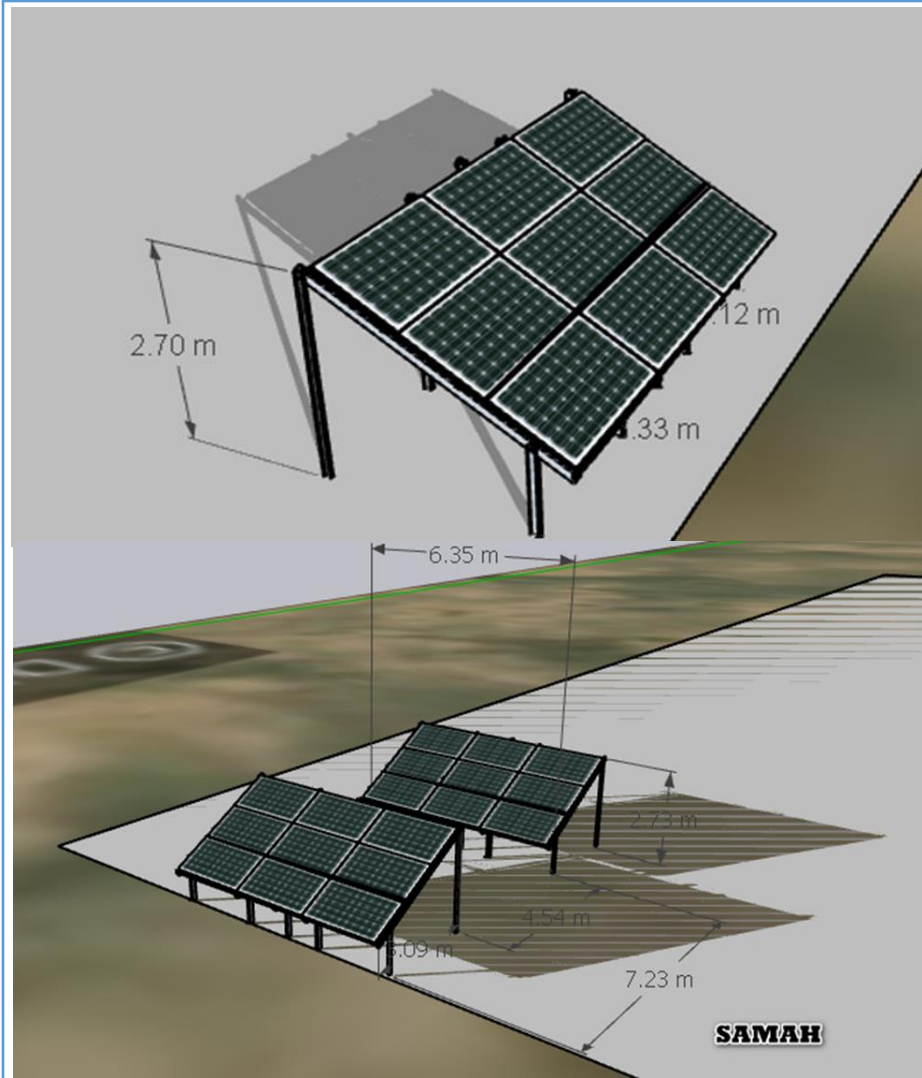
لغرض الإجابة على هذا التساؤل لنضع لانفسنا مشكلة هندسية ونحاول ببساطة ان نجد الحلول الهندسية لها من الناحية الهندسية !

لنفترض ان لدينا حاجة الى تركيب نظام طاقة كهروضوئي قدرته الاسمية 700 كيلوواط وهناك مساحة محددة لدينا كما في تفاصيل تصميمي التالية:-

1-الأرض المتاحة كما في الحالتين ادناه:-

2-الواح شمسية مركبة على قواعد في ارض مفتوحة

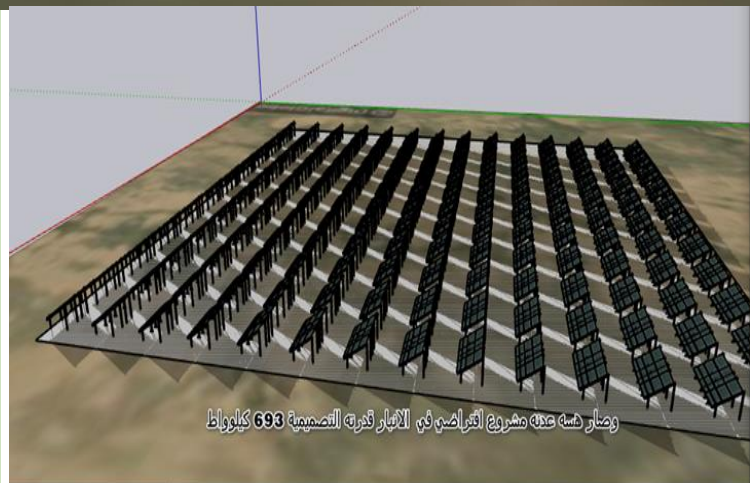
1-الواح شمسية مركبة على مبنى



نسيوي هسه



وجود ظل بين الصفوف عند ساعه 8 الصبح 21 شهر 12 الشهر التصميمي (اقل ارتفاع للشمس)  
SAMAH



وضار هسه عنده مشروع اقتراضي في الامار قدره التصميمية 693 كيلوواط

Scientific

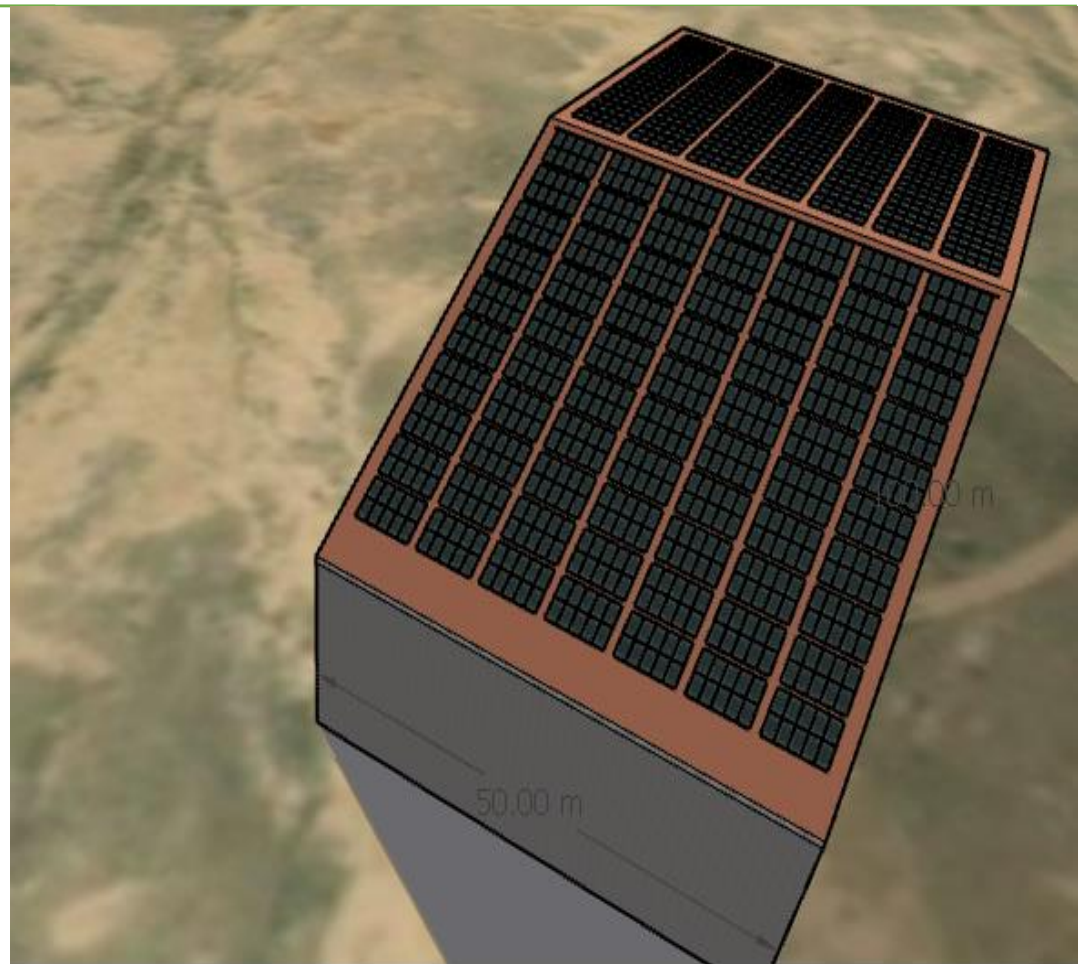
$11 \times 11 \times 9 \times 0.0 =$   
793

DEG F-E

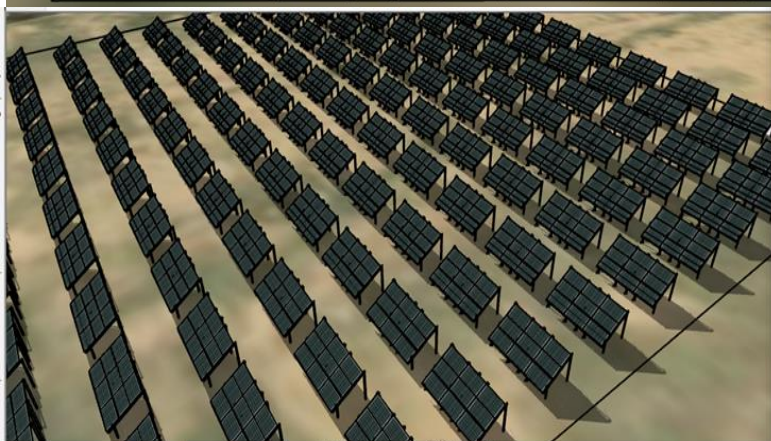
MC MR M+ M- MS M'

Trigonometry  $\sqrt{\quad}$  f Function  $\downarrow$

$2^x$	$\pi$	e	CE	$\frac{1}{x}$
$x^2$	$\frac{1}{x}$	x	exp	mod
$\sqrt[x]{\quad}$	( )	n!	$\div$	
$x^y$	$\sqrt{\quad}$	$\wedge$	9	$\times$
$10^x$	4	0	7	-
log	1	2	3	+
ln	+/-	*	.	=



اختفى الظل بين الصفوف عند ساعه 9 الصبح 21 شهر 12 الشهر التصميمي (اقل ارتفاع للشمس وراج بصير عندي اعلى معدل 6 ساعات ولكن بالحقيقة في العراق تصل ساعات الذروه 4 ساعه شتاءا ومعدل 6 ساعات صيفا و اكثر تقابل SAMAH



Scientific

$18 \times 11 \times 9 \times 0.5 =$   
793

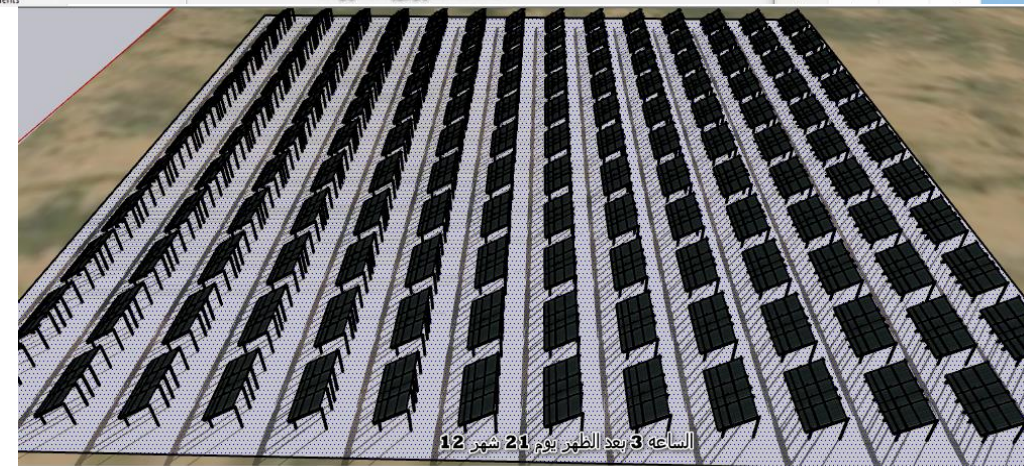
DEG F-E

MC MR M+ M- MS M<sup>+</sup>

Trigonometry Function

2 <sup>nd</sup>	π	e	CE	⊞
x <sup>2</sup>	1/x	x	exp	mod
√x	( )	n!	÷	
x <sup>n</sup>	√	∧	9	×
10 <sup>n</sup>	£	0	7	-
log	1	2	3	+
ln	%	.	.	=

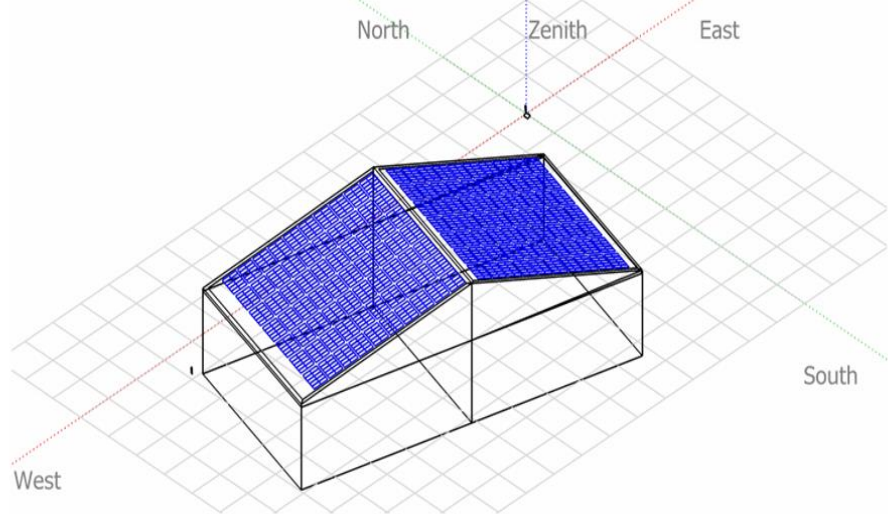
ساعه 12 الظهر يوم 21 شهر 12



الساعه 3 بعد الظهر يوم 21 شهر 12

Near shadings parameter

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



# PVsyst - Simulation report

## Grid-Connected System

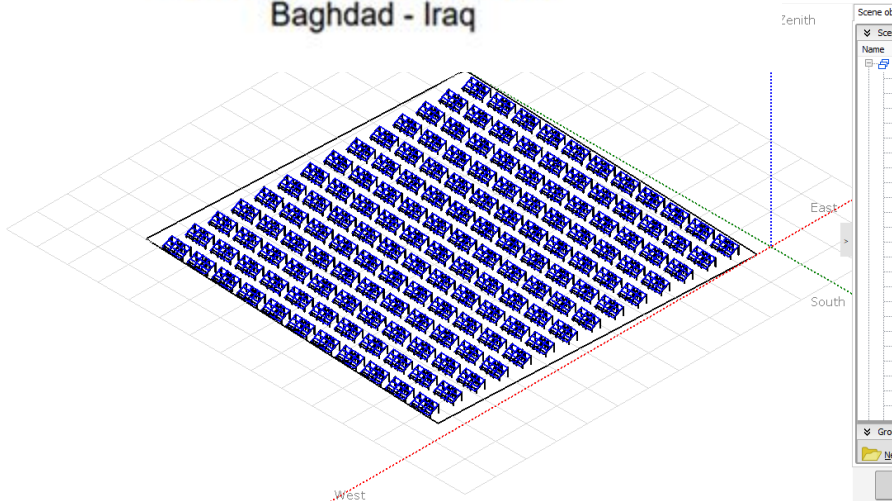
Project: Test Solar PV project1\_SAMAH

Variant: New simulation variant

Ground system (tables) on a hill

System power: 693 kWp

Baghdad - Iraq



Close Print Export Help

Recompute

Plane orientation  
Fixed Tilted Plane

Tilt = 30°, Azimuth = 93°

Shading factor table (linear), for the beam component, Orient. #1

Azimuth	-180°	-160°	-140°	-120°	-100°	-80°	-60°	-40°	-20°	0°	20°	40°	60°	80°	100°	120°	140°	160°	180°	
90°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50°	0.000	0.000	0.000	0.002	0.004	0.004	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40°	0.000	0.000	0.002	0.007	0.012	0.013	0.009	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30°	0.000	0.000	0.008	0.036	0.288	0.069	0.054	0.012	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20°	0.000	0.004	0.173	0.065	0.563	0.125	0.100	0.021	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.038	0.049	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10°	0.000	0.196	0.338	Behind	Behind	Behind	Behind	Behind	0.015	0.000	0.000	0.117	0.224	0.322	0.362	0.242	0.154	0.000	0.000	0.000
2°	0.000	0.389	Behind	Behind	Behind	Behind	Behind	Behind	Behind	0.014	0.393	0.657	0.675	0.730	0.747	0.693	0.618	0.454	0.000	0.000

Shading factor for diffuse: 0.041 and for albedo: 0.678

# PVsyst - Simulation report

## Grid-Connected System

Project: Test Solar PV project2\_SAMAH

Variant: New simulation variant

Tables on a building

System power: 700 kWp

Baghdad - Iraq

Close Print Export Help

Recompute

Plane orientation  
Several orientations

orient. #1, Tilt = 16°, Azimuth = -75°

Shading factor table (linear), for the beam component, Orient. #1

Azimuth	-180°	-160°	-140°	-120°	-100°	-80°	-60°	-40°	-20°	0°	20°	40°	60°	80°	100°	120°	140°	160°	180°	
90°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Shading factor for diffuse: 0.000 and for albedo: 0.000

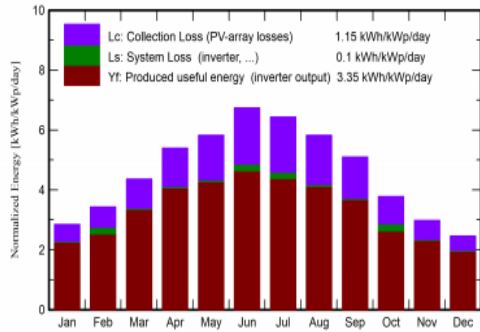
### Main results

#### System Production

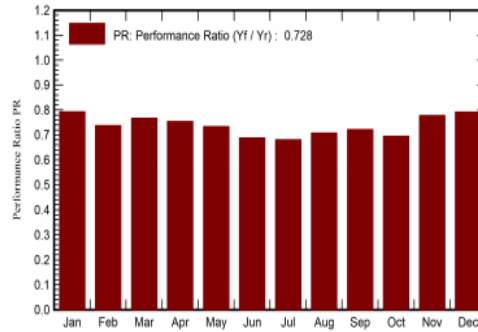
Produced Energy 848.6 MWh/year  
Used Energy 1752.0 MWh/year

Specific production 1225 kWh/kWp/year  
Performance Ratio PR 72.84 %  
Solar Fraction SF 33.96 %

#### Normalized productions (per installed kWp)



#### Performance Ratio PR

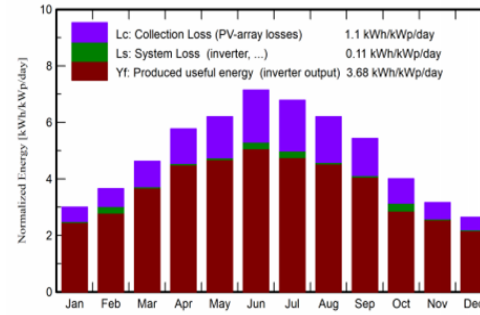


#### System Production

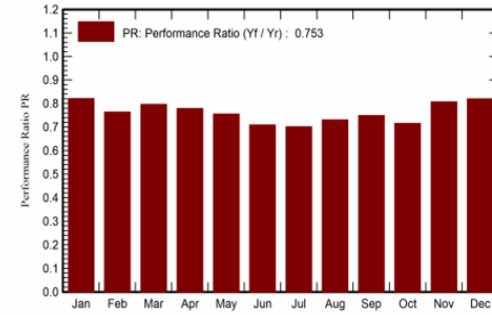
Produced Energy 940.5 MWh/year  
Used Energy 1752.0 MWh/year

Specific production 1344 kWh/kWp/year  
Performance Ratio PR 75.25 %  
Solar Fraction SF 37.25 %

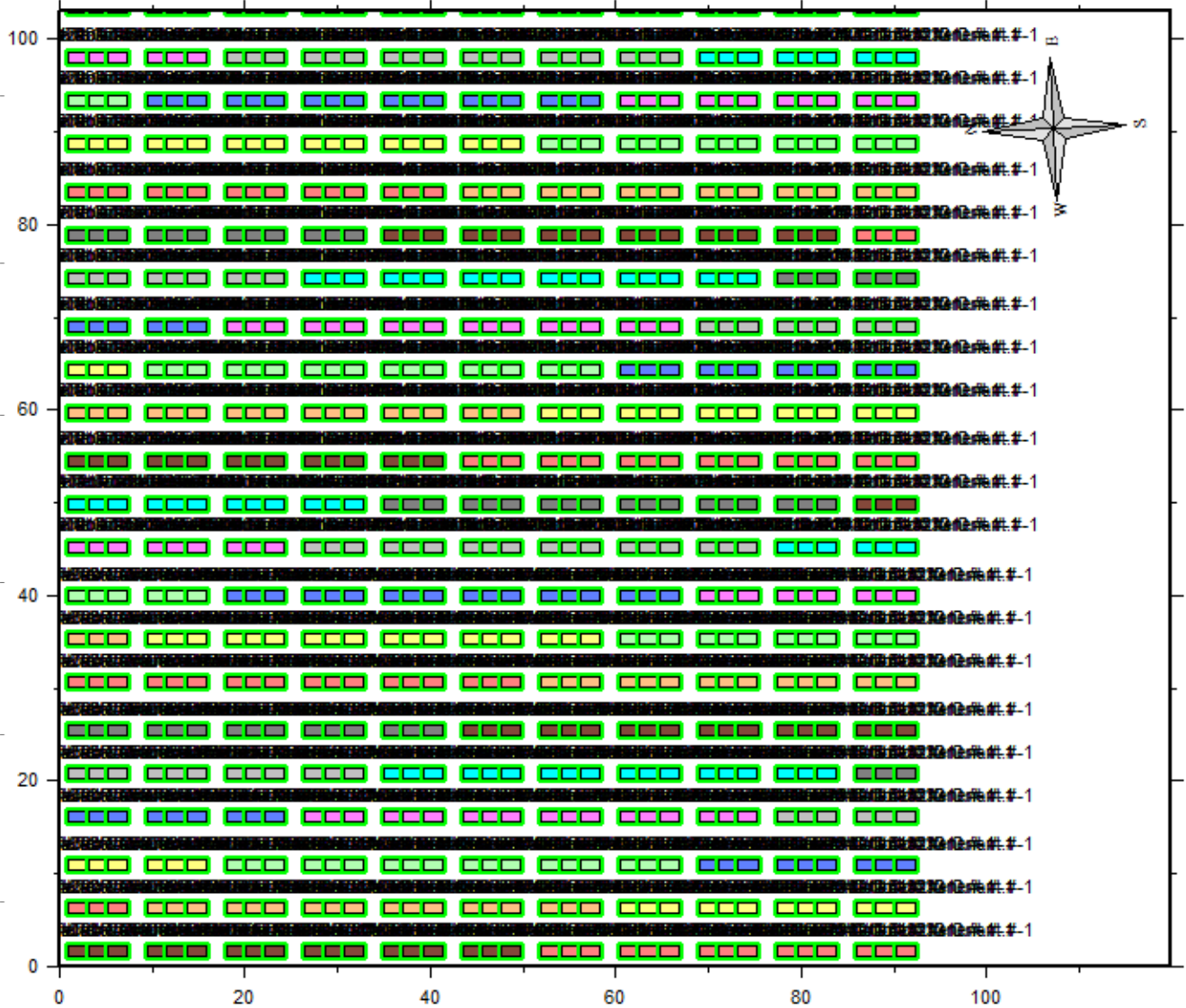
#### Normalized productions (per installed kWp)



#### Performance Ratio PR



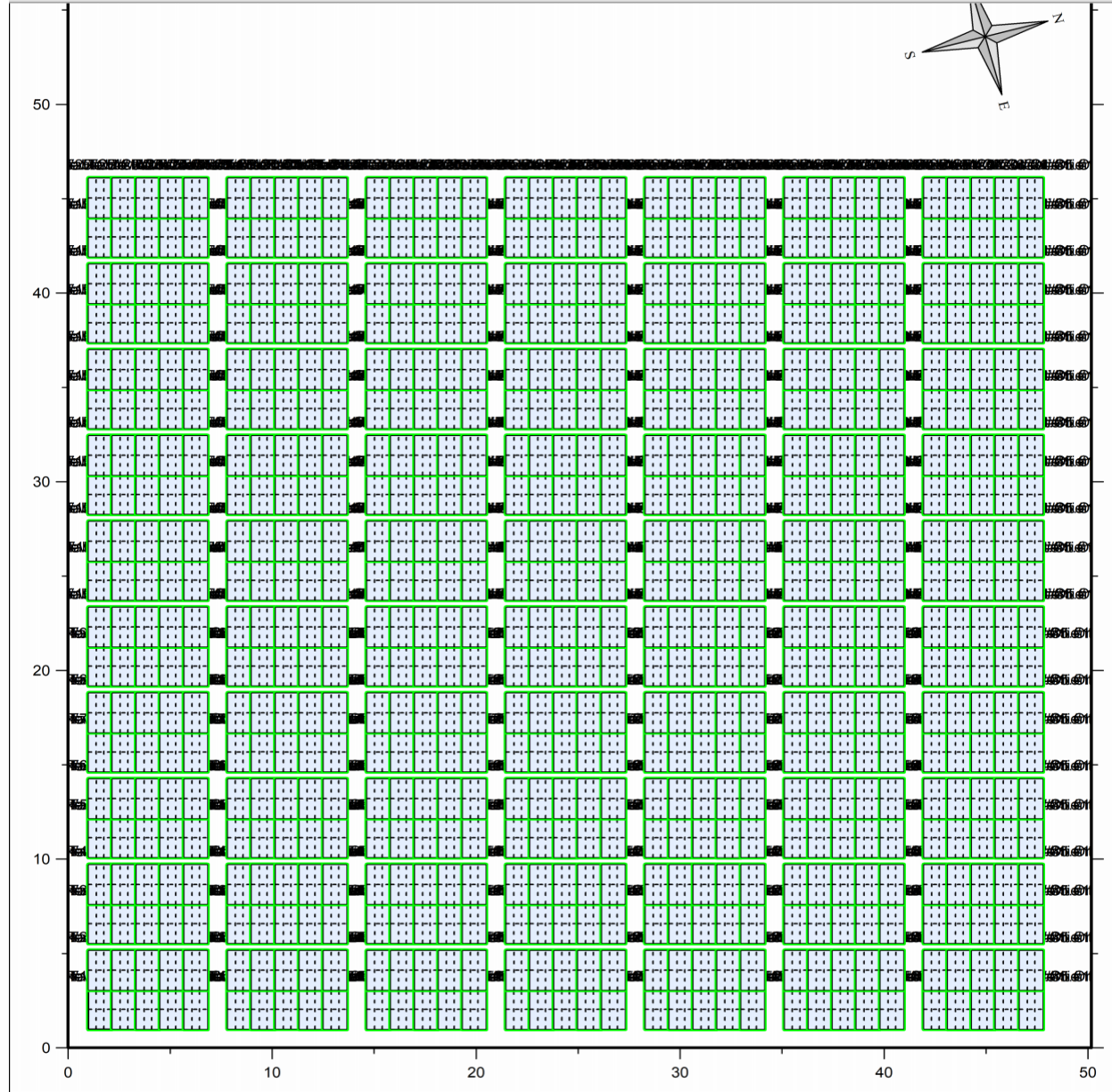
Module layout print



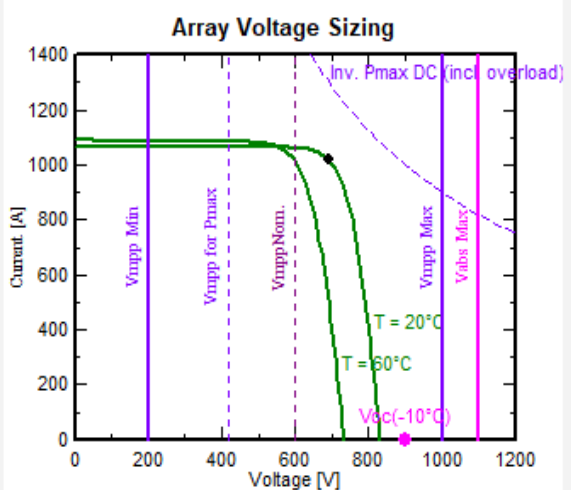
- Inverter #1, PV Array
- S1
- S2
- S3
- S4
- S5
- S6
- S7
- S8
- S9
- Inverter #2, PV Array
- S10
- S11
- S12
- S13
- S14
- S15
- S16
- S17
- S18
- S19
- Inverter #3, PV Array
- S20
- S21
- S22
- S23
- S24
- S25
- S26
- S27
- S28
- Inverter #4, PV Array
- S29
- S30
- S31
- S32
- S33
- S34
- S35
- S36
- S37
- S38
- Inverter #5, PV Array
- S39
- S40
- S41
- S42
- S43
- S44
- S45
- S46
- S47
- Inverter #6, PV Array
- S48
- S49
- S50
- S51
- S52
- S53
- S54
- S55
- S56
- S57
- Inverter #7, PV Array
- S58
- S59
- S60
- S61
- S62
- S63
- S64
- S65
- S66
- S67
- Inverter #8, PV Array
- S68
- S69
- S70
- S71
- S72
- S73
- S74
- S75
- S76
- S77

مخطط النظام وربط الانفيرترات للحالة الثانية على الأرض المفتوحة

Inverter #1, PV Array, Orient. #1 and #2	
S1	<input type="checkbox"/>
S2	<input type="checkbox"/>
S3	<input type="checkbox"/>
S4	<input type="checkbox"/>
S5	<input type="checkbox"/>
S6	<input type="checkbox"/>
S7	<input type="checkbox"/>
S8	<input type="checkbox"/>
Inverter #2, PV Array, Orient. #1 and #2	
S9	<input type="checkbox"/>
S10	<input type="checkbox"/>
S11	<input type="checkbox"/>
S12	<input type="checkbox"/>
S13	<input type="checkbox"/>
S14	<input type="checkbox"/>
S15	<input type="checkbox"/>
S16	<input type="checkbox"/>
S17	<input type="checkbox"/>
Inverter #3, PV Array, Orient. #1 and #2	
S18	<input type="checkbox"/>
S19	<input type="checkbox"/>
S20	<input type="checkbox"/>
S21	<input type="checkbox"/>
S22	<input type="checkbox"/>
S23	<input type="checkbox"/>
S24	<input type="checkbox"/>
S25	<input type="checkbox"/>
Inverter #4, PV Array, Orient. #1 and #2	
S26	<input type="checkbox"/>
S27	<input type="checkbox"/>
S28	<input type="checkbox"/>
S29	<input type="checkbox"/>
S30	<input type="checkbox"/>
S31	<input type="checkbox"/>
S32	<input type="checkbox"/>
S33	<input type="checkbox"/>
S34	<input type="checkbox"/>
Inverter #5, PV Array, Orient. #1 and #2	
S35	<input type="checkbox"/>
S36	<input type="checkbox"/>
S37	<input type="checkbox"/>
S38	<input type="checkbox"/>
S39	<input type="checkbox"/>
S40	<input type="checkbox"/>
S41	<input type="checkbox"/>
S42	<input type="checkbox"/>
S43	<input type="checkbox"/>
Inverter #6, PV Array, Orient. #1 and #2	
S44	<input type="checkbox"/>
S45	<input type="checkbox"/>
S46	<input type="checkbox"/>
S47	<input type="checkbox"/>
S48	<input type="checkbox"/>
S49	<input type="checkbox"/>
S50	<input type="checkbox"/>
S51	<input type="checkbox"/>
S52	<input type="checkbox"/>
Inverter #7, PV Array, Orient. #1 and #2	
S53	<input type="checkbox"/>
S54	<input type="checkbox"/>
S55	<input type="checkbox"/>
S56	<input type="checkbox"/>
S57	<input type="checkbox"/>
S58	<input type="checkbox"/>
S59	<input type="checkbox"/>
S60	<input type="checkbox"/>
S61	<input type="checkbox"/>
Inverter #8, PV Array, Orient. #1 and #2	
S62	<input type="checkbox"/>
S63	<input type="checkbox"/>
S64	<input type="checkbox"/>



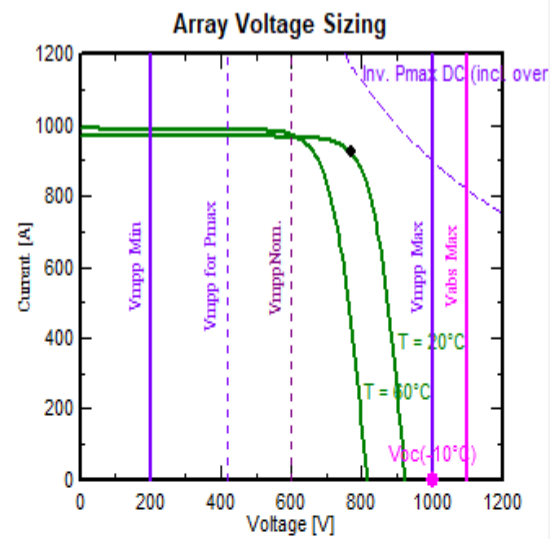
مخطط النظام وربط الانفيرترات للحالة الأولى على المبنى



**Power Sizing Characteristics**

PV Array, Pnom (STC)	693 kWp
Maximum clear sky conditions :	
PV Array, Pmax (1014 W/m2, 60°C)	617 kWDC
Inverters, Pnom (AC)	600 kWAC
<b>Overload loss</b> (power limitation)	<b>0.0 kWh</b> <b>0.0 %</b>
Pnom Array/Inv. ratio	<b>1.16</b>

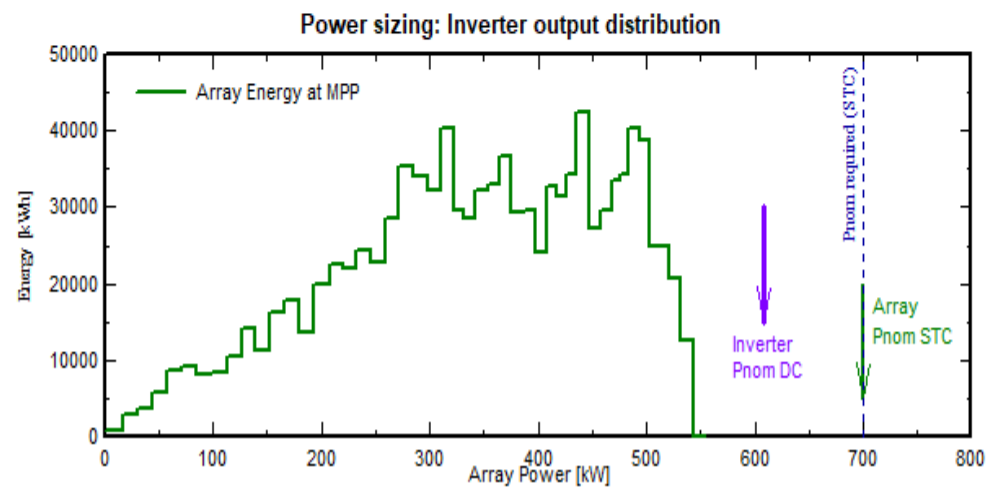
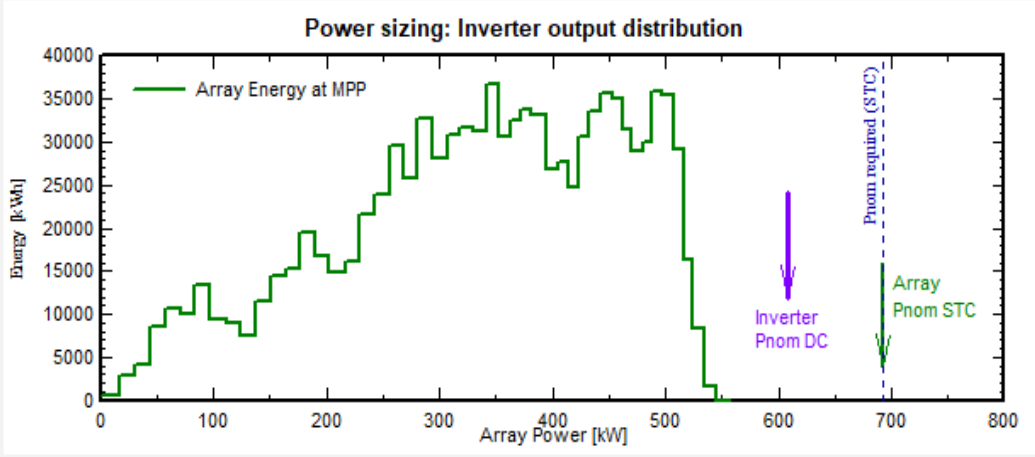
This overload loss is a rough evaluation, based on the histogram as a help for sizing. It doesn't take all particularities into account (losses or PNom variations).  
The definitive values will be the result of the simulation.



**Power Sizing Characteristics**

PV Array, Pnom (STC)	700 kWp
Maximum clear sky conditions :	
PV Array, Pmax (1001 W/m2, 60°C)	615 kWDC
Inverters, Pnom (AC)	600 kWAC
<b>Overload loss</b> (power limitation)	<b>0.0 kWh</b> <b>0.0 %</b>
Pnom Array/Inv. ratio	<b>1.17</b>

This overload loss is a rough evaluation, based on the histogram as a help for sizing. It doesn't take all particularities into account (losses or PNom variations).  
The definitive values will be the result of the simulation.



الشكل يوضح فولتيات الانفيرترات وتوافقها مع فولتيات الادخال للالواح الشمسية في السترنكات في كلا الحالتين أعلاه



## جدول المقارنة بين النظامين في الحالة الأولى والحالة الثانية

الوصف	نظام على المبنى	نظام في ارض مفتوحة	الاستنتاجات والملاحظات
القدرة التصميمية	700 كيلوواط قدرة اسمية	693 كيلوواط قدرة اسمية	
مساحة الأرض المطلوبة	5000 متر مربع	10088 متر مربع	المساحة اكثر من ضعف في حالة التركيب الارضي
عدد الألواح الشمسية/500 واط	1400	1386	فرق 7 كيلوواط عن بعضهما البعض
المساحة الفعلية للألواح	3288 متر مربع	3255 متر مربع	فرق قليل لان عدد الألواح
الطاقة السنوية المستحصلة	939 ميكاواط ساعة/سنويا	849 ميكاواط ساعة/سنويا	رغم وجود فارق في القدرة التصميمية في الحالة الاولى الا ان هذا لايعني هو السبب الرئيسي في زيادة الإنتاجية السنوية للطاقة كعامل وحيد
القدرة النوعية	1341 كيلو واط/ك.واط اسمي/سنويا	1225 كيلو واط/ك.واط اسمي/سنويا	القدرة النوعية على المباني افضل ان توفرت متطلبات التهوية الضرورية مما جعل القدرة النوعية على المبنى اكثر مما عليه في حالة النظام الارضي
معامل الأداء PR	75.1%	72.8%	معامل الأداء للنظام على المبنى افضل واكبر بمقدار 3%

### التوصيات

تشجيع القطاع الخاص والعام على تبني تركيب الأنظمة الشمسية على سطوح المباني واستغلالها بالطاقة الكهربائية من الأنظمة الكهروضوئية لتقليل احمال الذروة على الشبكة الوطنية  
 عندما تكون المساحات عامل محدد للراغبين في تركيب الأنظمة فلا باس من التفكير بتحويل سطوح المباني او انشاء مشيدات ذات تكلفة اقتصادية وهايكل تركيب تتحمل الاحمال الناتجة عن الازان واحمال الرياح wind loading  
 عدم اهمال الجانب الكلفوي ولم اقم بحسابه بحيث دائما نقارن إنتاجية النظام وتكلفة وحدة الطاقة الكهربائية (ك.و.ساعة/دولار) مع إيرادات ونفقات المشروع.  
 يجب عدم التركيب على السقوف غير الامنه  
 يجب الاخذ بنظر الاعتبار عامل السلامة المهنية والتاريخ وأنظمة القواطع الذكية والحماية من الحرائق والصعق الكهربائي والسلامة العامة وأنظمة الحماية من الصواعق.

تحياتي: المهندس سماح