

Европейский Союз – Туркменистан: Дни устойчивой энергетики

Международная конференция

Устойчивая энергетика в Туркменистане: перспективы и вызовы

Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары, 14 декабря 2023 года

Концепция развития солнечных панелей на крышах в Таджикистане

Мансурджон Кудусов,

Эксперт в области солнечных панелей на крышах

SECCA

Основные принципы оценки солнечного потенциала крыш

При оценке целесообразности применения фотоэлектрических панелей (solar photovoltaic panels) на строительных конструкциях, например, крышах, следует учитывать пять основных принципов.

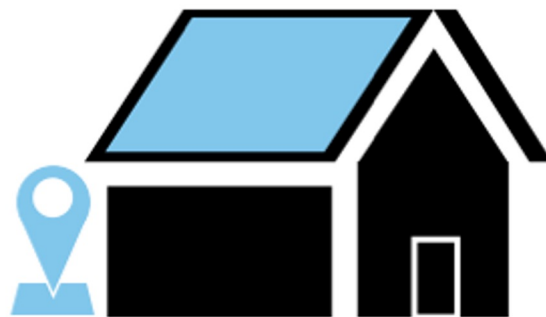
- **Во-первых**, следует оценить общую площадь, доступную на крышах зданий.
- **Второй** принцип заключается в том, что необходимо рассчитать общую площадь, подходящую для установки фотоэлектрических панелей на крыше.
- **Третий** принцип заключается в том, что следует оценить солнечную радиацию, доступную на крышах зданий.
- **Четвертый** и **пятый** принципы связаны с техническими и экономическими аспектами, то есть с общим объемом полезного производства электроэнергии интегрированными солнечными панелями на крыше и соответствующими инвестиционными затратами, соответственно.



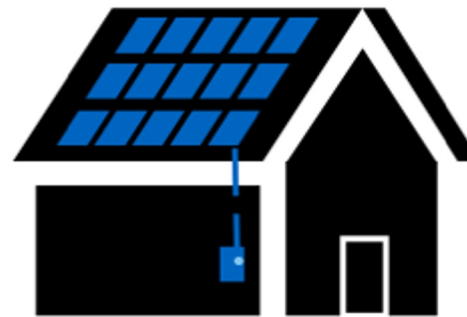
Физический потенциал



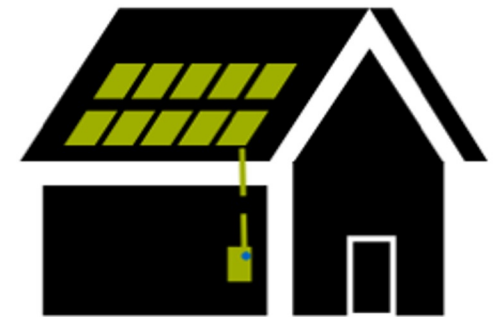
Географический потенциал



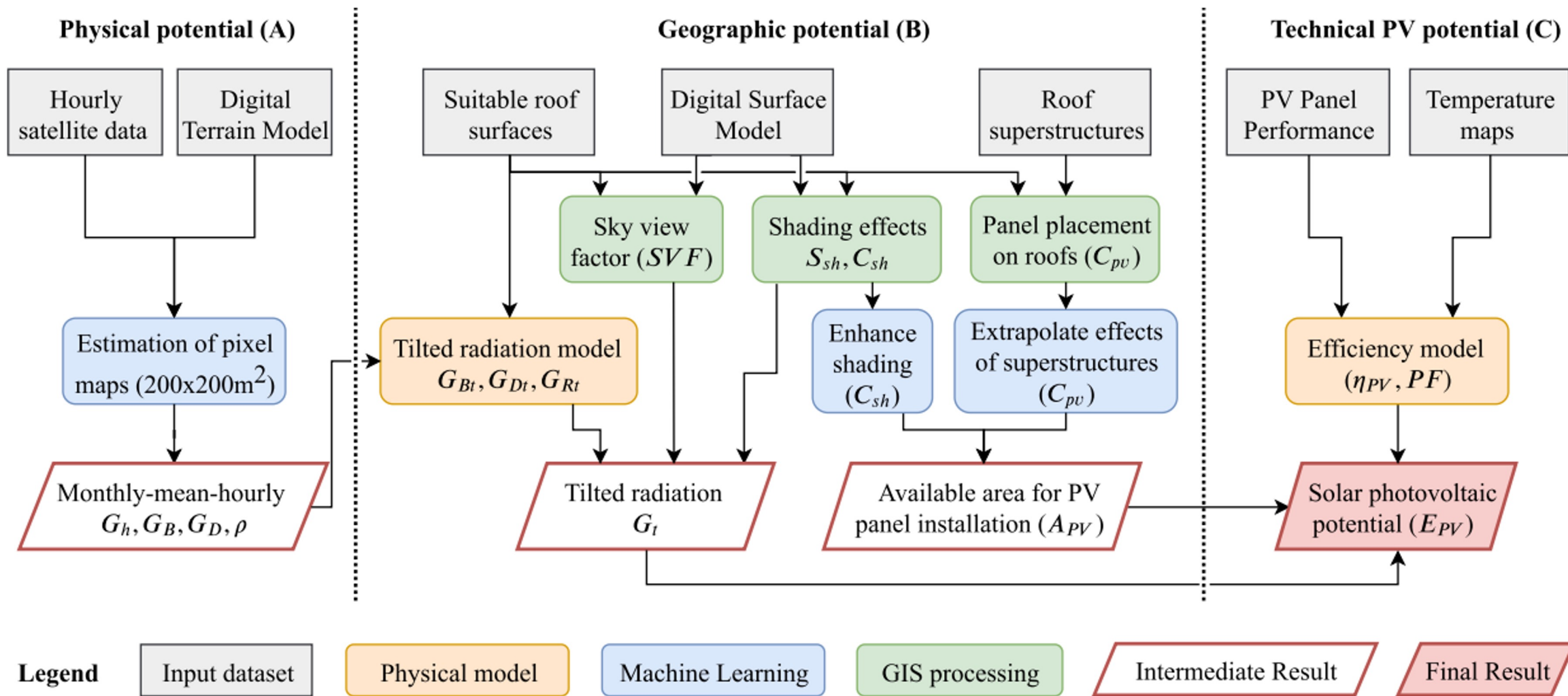
Технический потенциал



Экономический потенциал

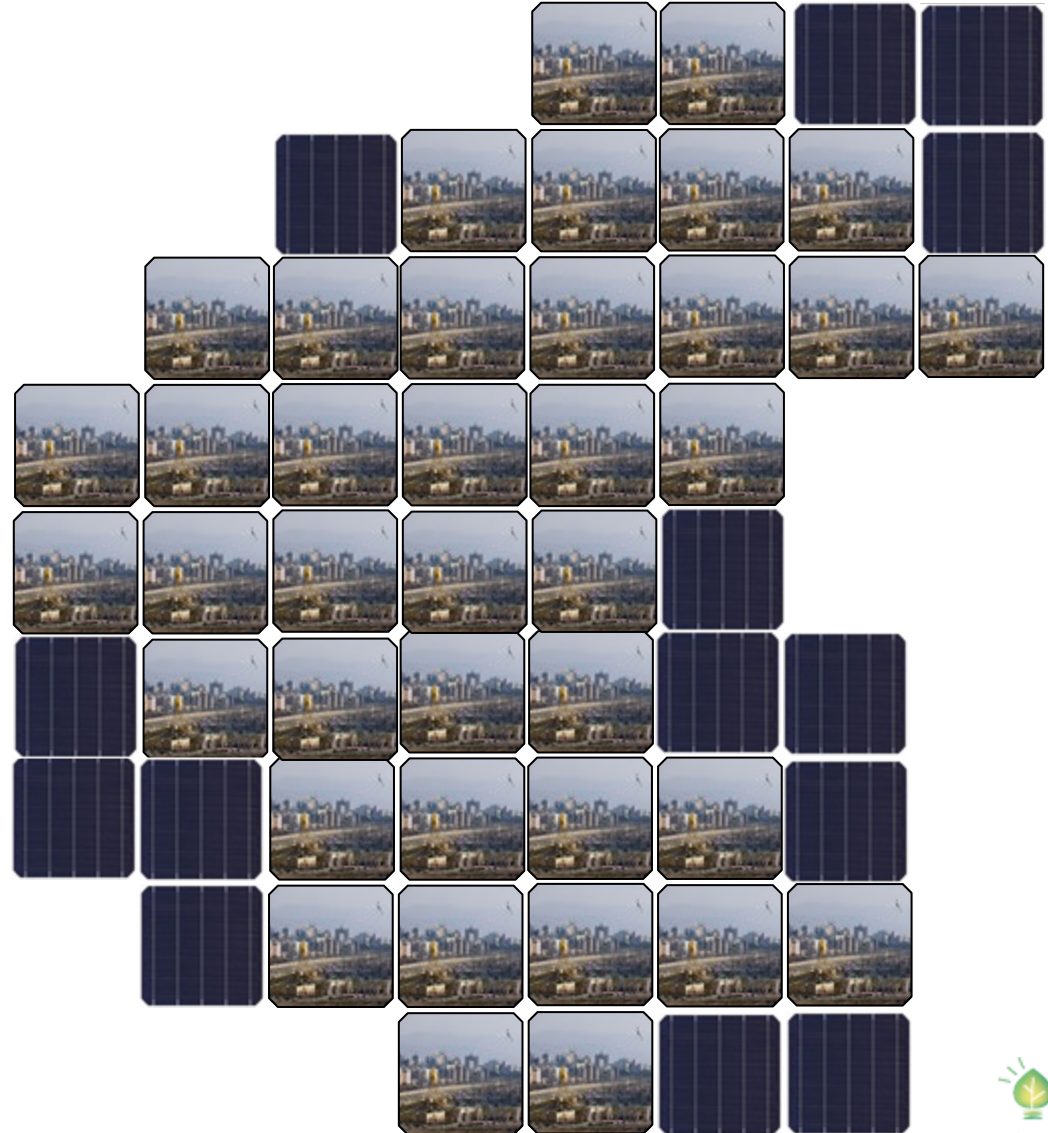


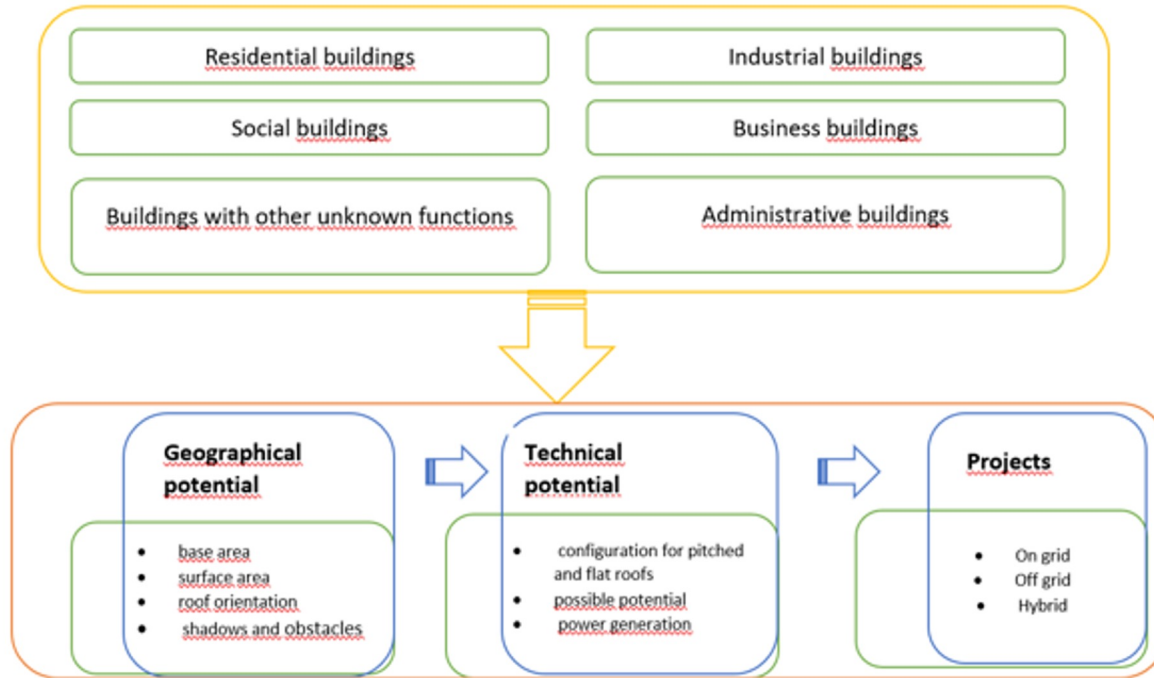
Иерархическая методология оценки потенциала солнечной фотоэлектрической энергии на крышах зданий



Душанбе

Душанбе - столица Таджикистана и крупнейший город страны. Площадь города составляет **203,1825 км²**, а население - **1 миллион 185,4** тысячи человек. Душанбе стремительно меняется, превращаясь из маленького города в сияющий мегаполис. За последние несколько лет облик города сильно изменился, старые здания сносятся, а на их месте строятся новые. *Учитывая сложившуюся ситуацию, необходимо подготовить пилотные проекты в тех микрорайонах, где они уже приобрели свой новый облик.*



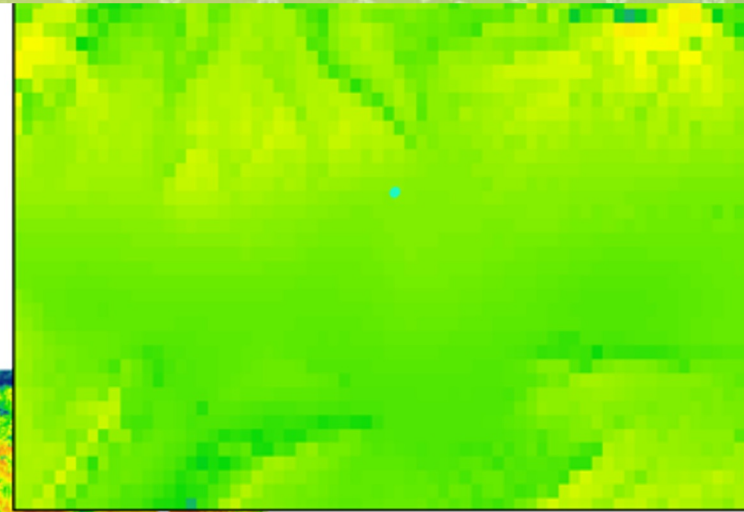
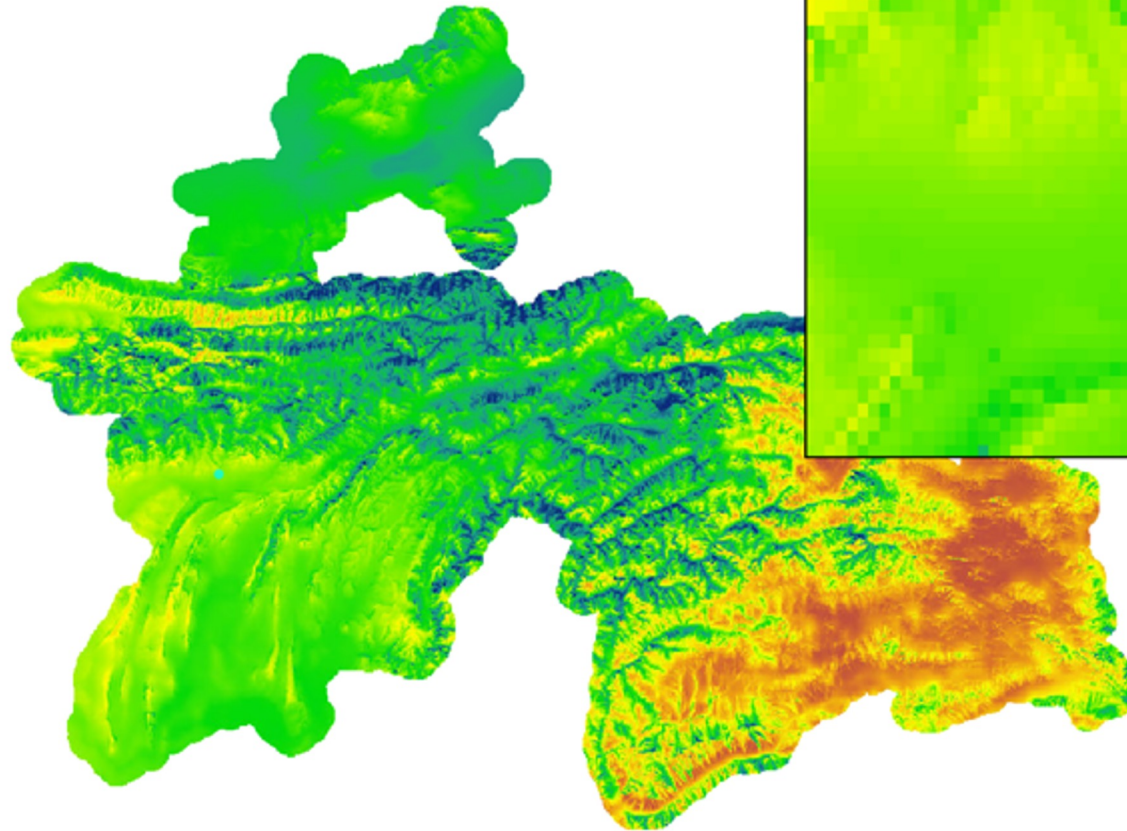


МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛА СОЛНЕЧНОЙ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА КРЫШАХ ЗДАНИЙ В ДУШАНБЕ

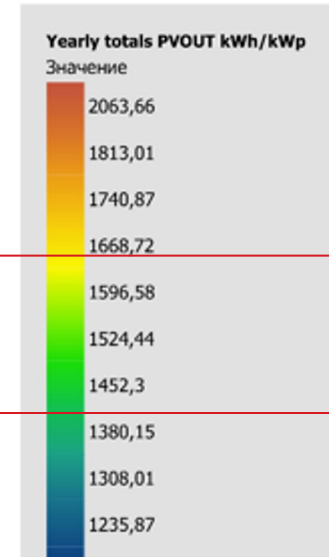
Dushanbe



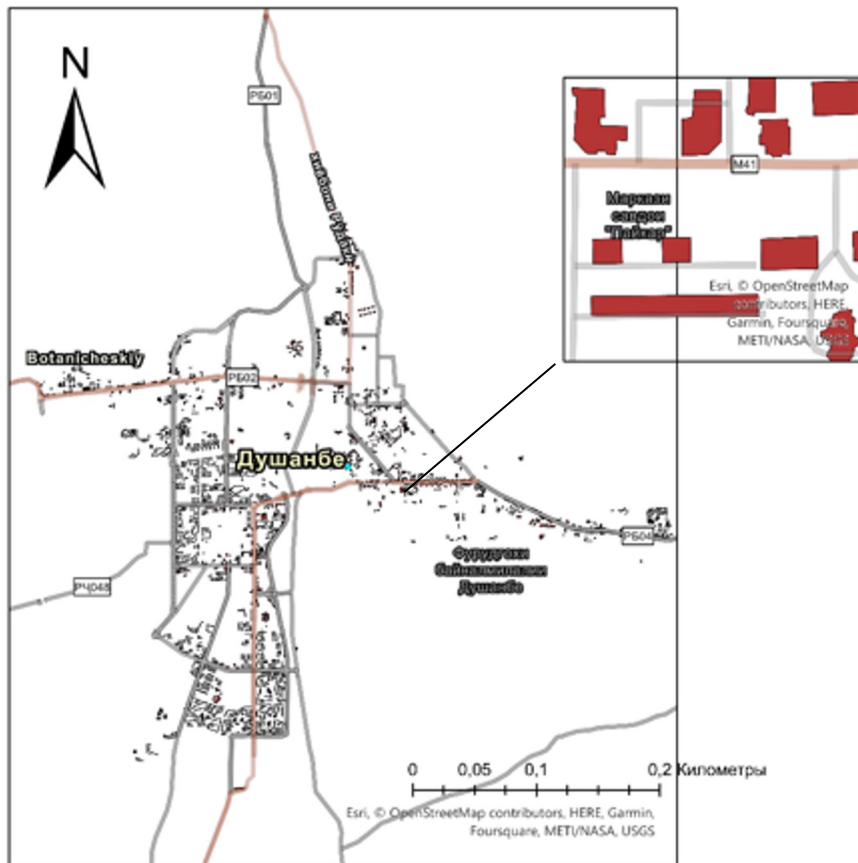
Физический потенциал



Yearly Total PVOU
1400-1600 kWh/kWp



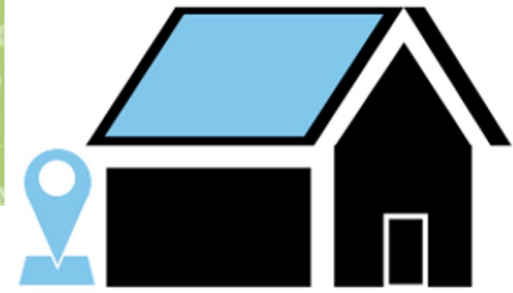
Оценка площади крыш



Buildings type	#	Area, km2
Residential (old)	1047	1,294089
Residential (new)	1442	1,751792
Social	200	0,588998
Business	14	0,050483

Общая площадь - 3,685 км2 (2703 здания)

ПОЛЕЗНАЯ ПЛОЩАДЬ ДЛЯ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ



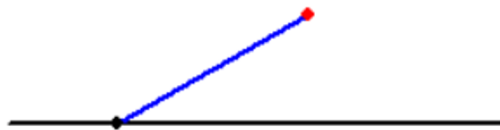
каждая крыша имеет свою собственную полезную площадь для установки фотоэлектрических систем, которая в среднем составляет 80-90% от общей площади крыши.

В данном анализе этот показатель условно принимается равным 80% от общей площади крыши.

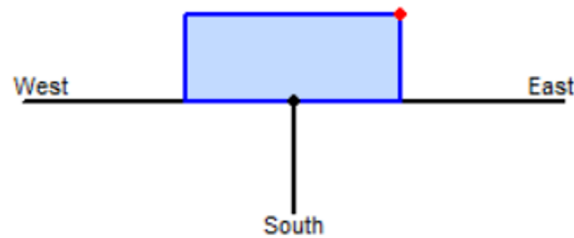
Ориентация крыши



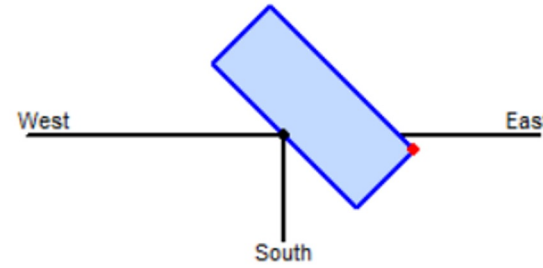
Tilt 30°



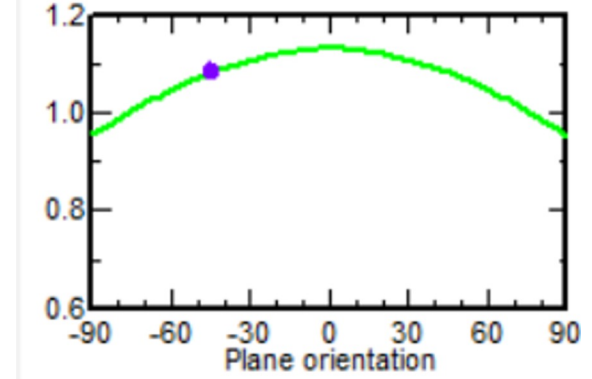
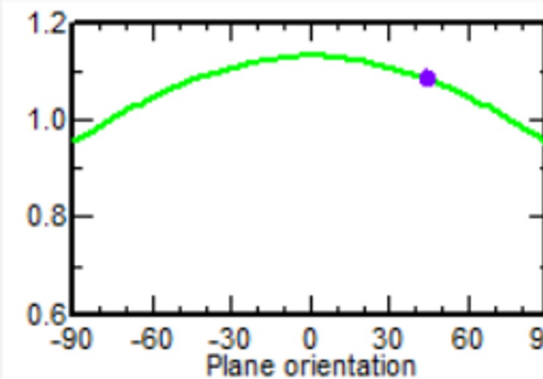
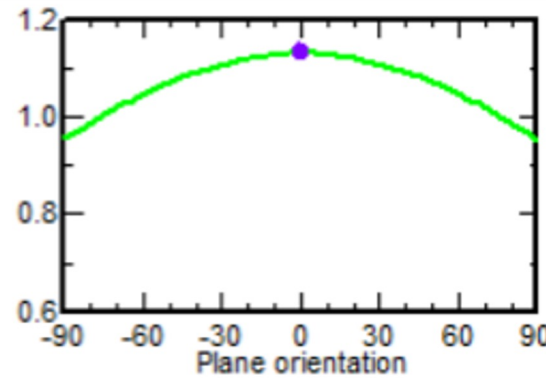
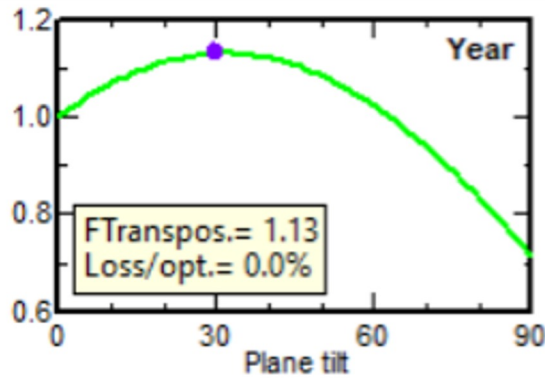
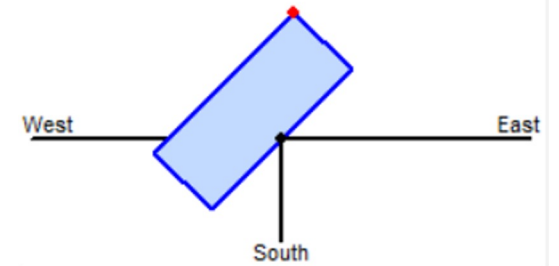
Azimuth 0°



Azimuth 45°



Azimuth -45°



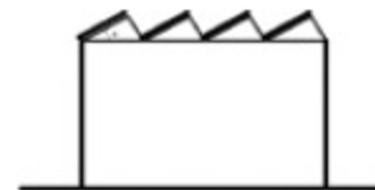
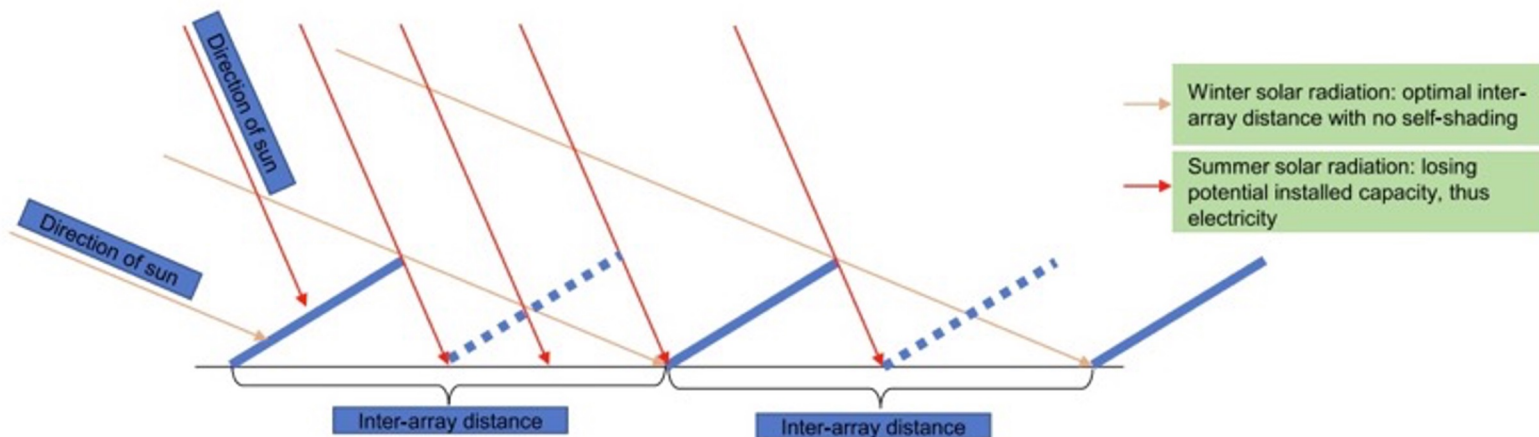
Specific production

1443 kWh/kWp/yr

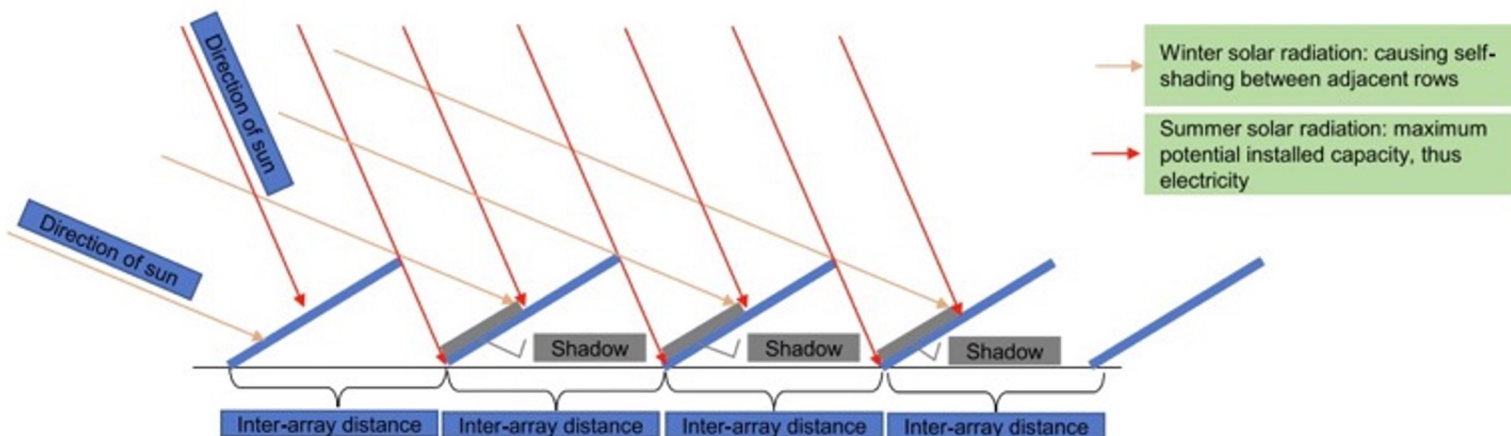
1351 kWh/kWp/yr

1403 kWh/kWp/yr

Различные конструкции междурядий и эффекты взаимного затенения в зимний и летний сезоны

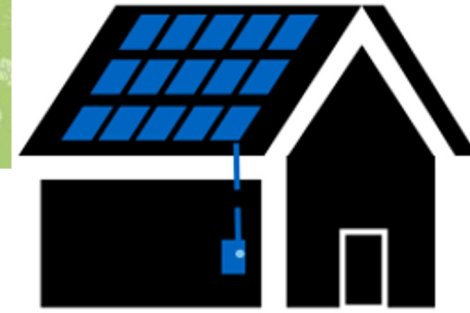


1 кВт - 10 м²
Плоская крыша



1 кВт - 5 м²
Скатная крыша

ТЕХНИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ



Buildings type	Usable area	Potential installed capacity (MWp)	Potential yearly electricity generation (GWh)
Residential (old)	1,04	103,5	149, 1
Residential (new)	1,40	140,1	201,8
Social	0,47	47,1	67,8
Business	0,04	4,04	5,8
	2,95	294,74	275,4

Автономная солнечная электрическая станция



Сетевая солнечная электрическая станция



Гибридная солнечная электрическая станция



Суточная нагрузка - Многоквартирный жилой дом



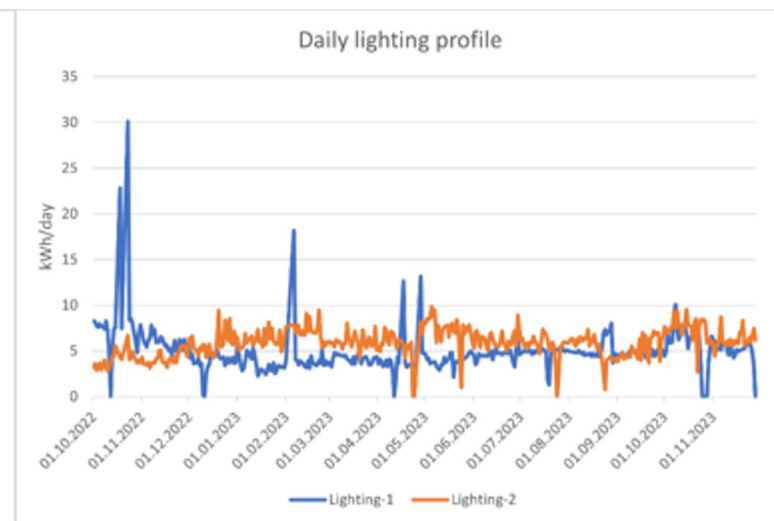
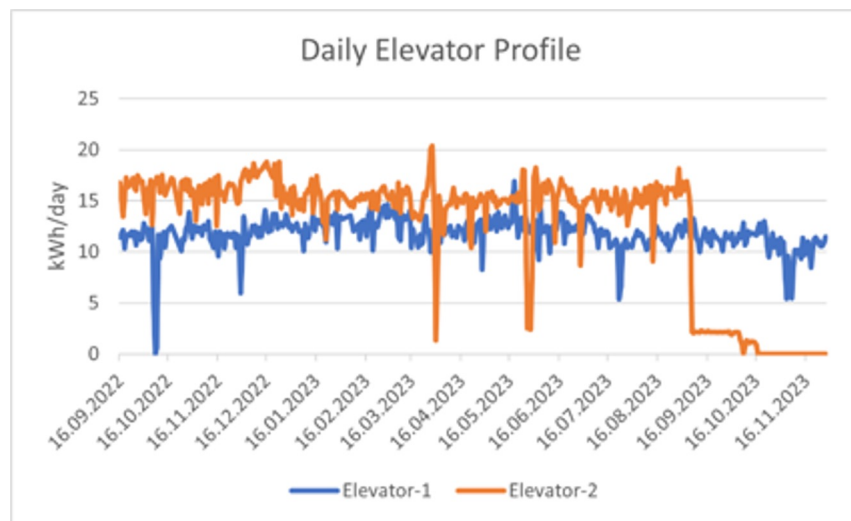
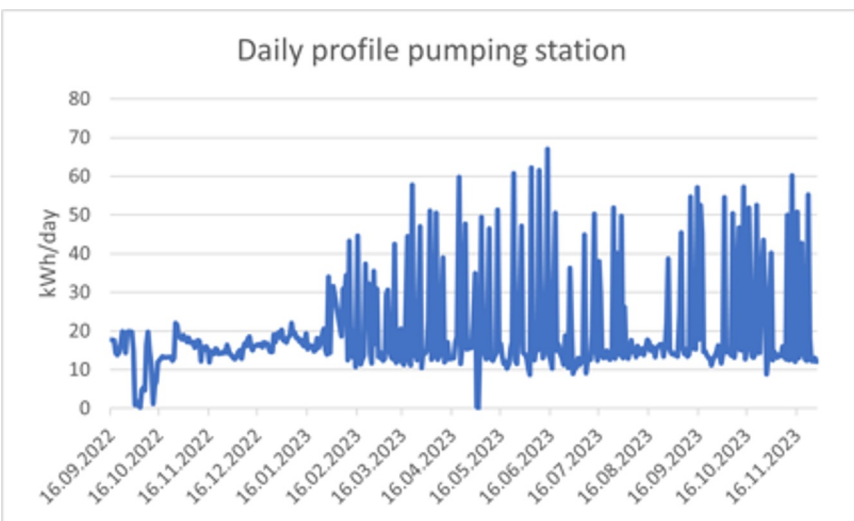
Многоквартирный жилой дом

Общее потребление многоквартирных домов в основном используется для:

НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ

ЛИФТ

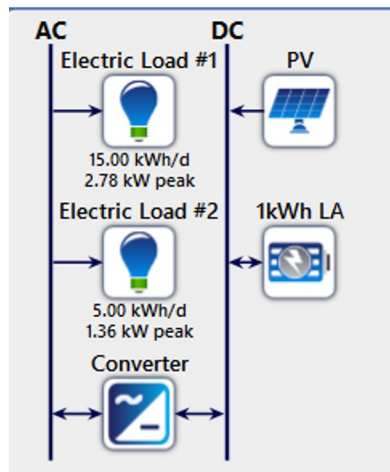
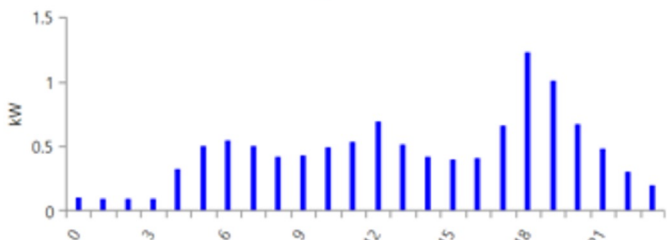
ОСВЕЩЕНИЕ



Автономная солнечная электрическая станция система для лифтов и освещения



суточная нагрузка 20кВтч/день



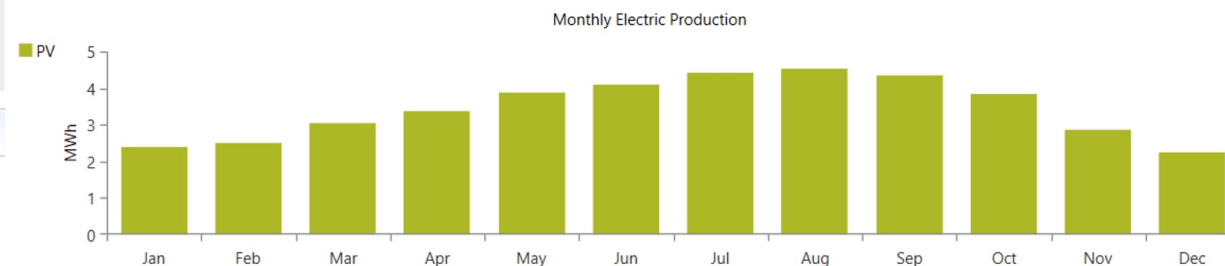
Production	kWh/yr	%
Generic flat plate PV	41,488	100
Total	41,488	100

Consumption	kWh/yr	%
AC Primary Load	7,294	100
DC Primary Load	0	0
Deferrable Load	0	0
Total	7,294	100

Quantity	kWh/yr	%
Excess Electricity	32,707	78.8
Unmet Electric Load	6.06	0.0830
Capacity Shortage	6.70	0.0918

Quantity	Value	Units
Renewable Fraction	100	%
Max. Renew. Penetration	9,698	%

Component	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$)	Fuel (\$)	Salvage (\$)	Total (\$)
Generic 1kWh Lead Acid	\$26,400.00	\$14,906.24	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$41,306.24
Generic flat plate PV	\$16,270.52	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$16,270.52
System Converter	\$3,000.00	\$1,272.82	\$0.00	\$0.00	(\$637.61)	\$3,635.21
System	\$45,670.52	\$16,179.06	\$0.00	\$0.00	(\$637.61)	\$61,211.96

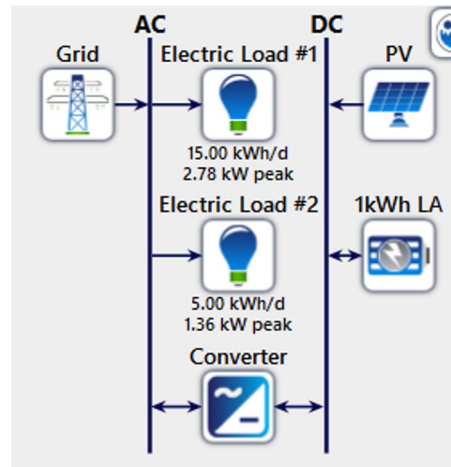
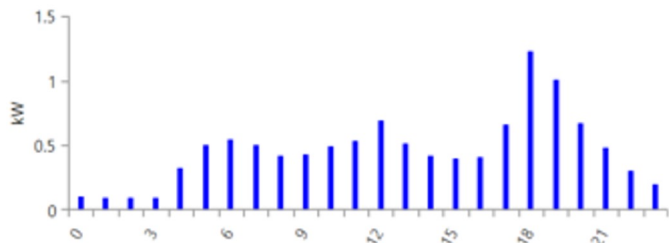


Architecture							Cost			
PV (kW)	1kWh LA	Converter (kW)	Dispatch	NPC (\$)	COE (\$)	Operating cost (\$/yr)	Initial capital (\$)			
27.1	66	10.0	CC	\$61,212	\$0.725	\$1,342	\$45,671			

Гибридная солнечная электрическая станция для лифтов освещения



суточная нагрузка
20кВтч/день



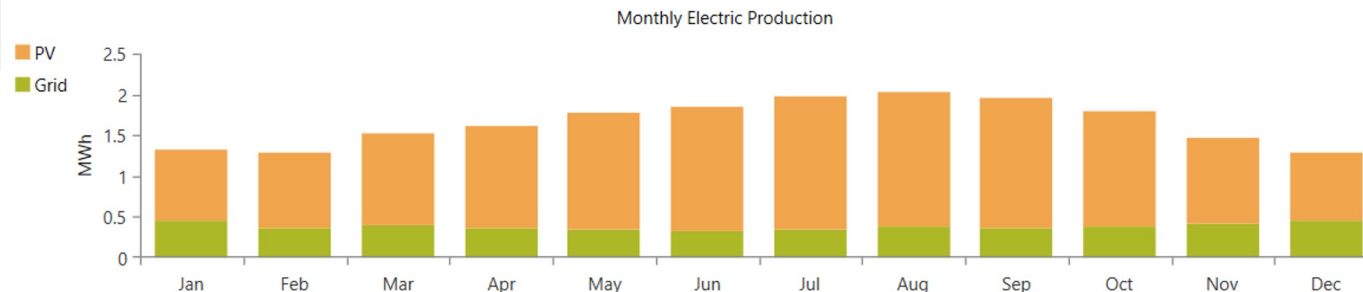
Production	kWh/yr	%
Generic flat plate PV	15,299	76.9
Grid Purchases	4,586	23.1
Total	19,886	100

Consumption	kWh/yr	%
AC Primary Load	7,300	38.2
DC Primary Load	0	0
Deferrable Load	0	0
Grid Sales	11,821	61.8
Total	19,121	100

Quantity	kWh/yr	%
Excess Electricity	0	0
Unmet Electric Load	0	0
Capacity Shortage	0	0

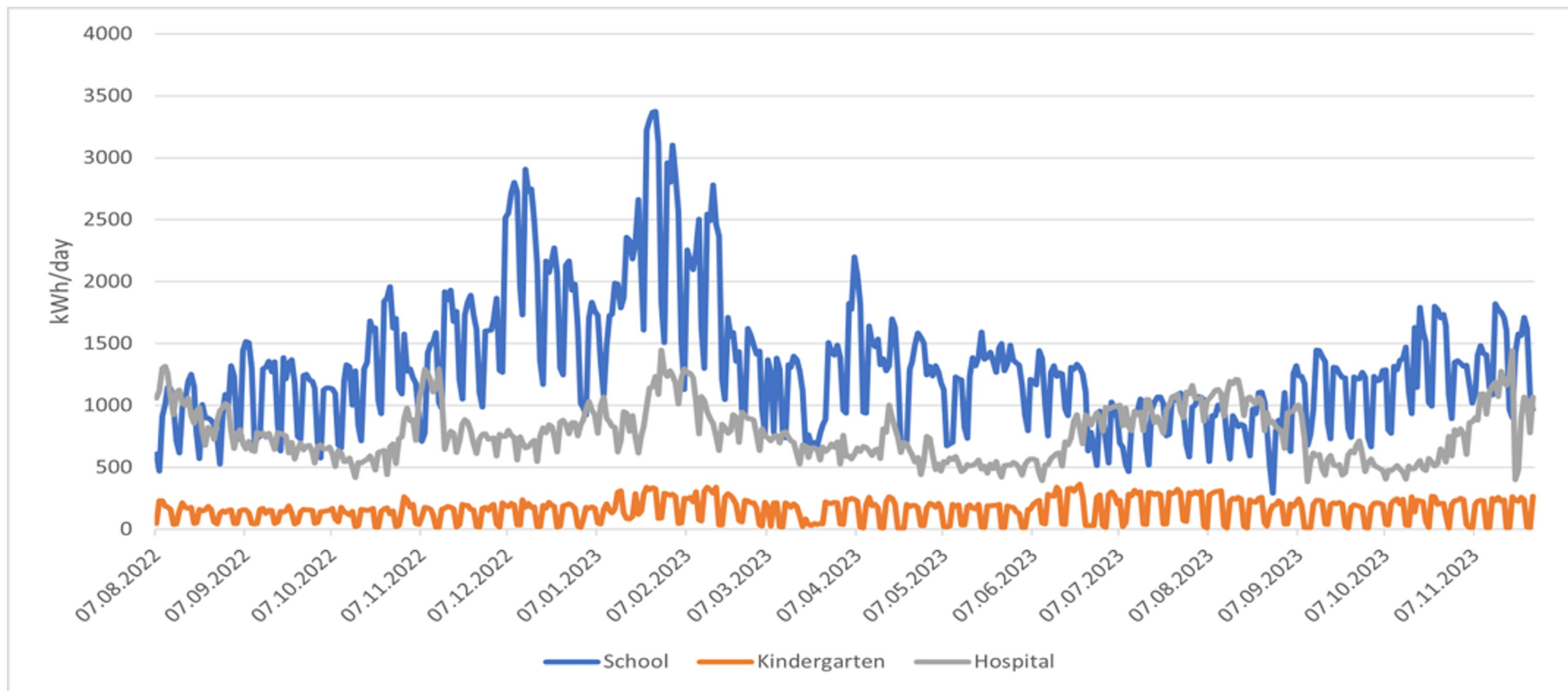
Quantity	Value	Units
Renewable Fraction	76.0	%
Max. Renew. Penetration	105	%

Component	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$)	Fuel (\$)	Salvage (\$)	Total (\$)
Generic 1kWh Lead Acid	\$8,000.00	\$4,517.04	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$12,517.04
Generic flat plate PV	\$6,000.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$6,000.00
Grid	\$0.00	\$0.00	(\$2,513.33)	\$0.00	\$0.00	(\$2,513.33)
System Converter	\$3,000.00	\$1,272.82	\$0.00	\$0.00	(\$637.61)	\$3,635.21
System	\$17,000.00	\$5,789.86	(\$2,513.33)	\$0.00	(\$637.61)	\$19,638.92



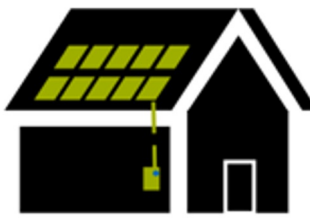
Architecture								Cost				
				PV (kW)	1kWh LA	Grid (kW)	Converter (kW)	Dispatch	NPC (\$)	COE (\$)	Operating cost (\$/yr)	Initial capital (\$)
				10.0	20	999,999	10.0	CC	\$19,639	\$0.0887	\$227.88	\$17,000

Суточная нагрузка – Общественные здания

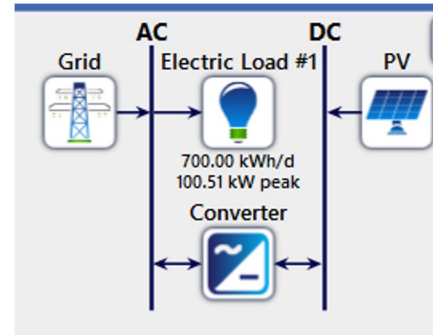
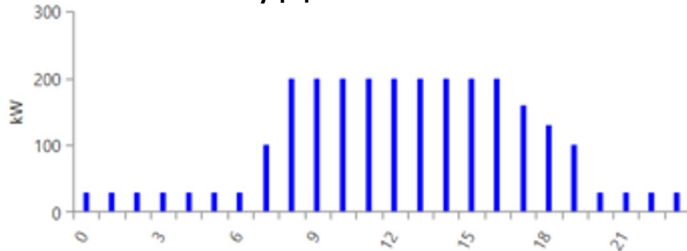


Funded by
the European Union

Сетевая система для общественных зданий



суточная нагрузка
700кВтч/день



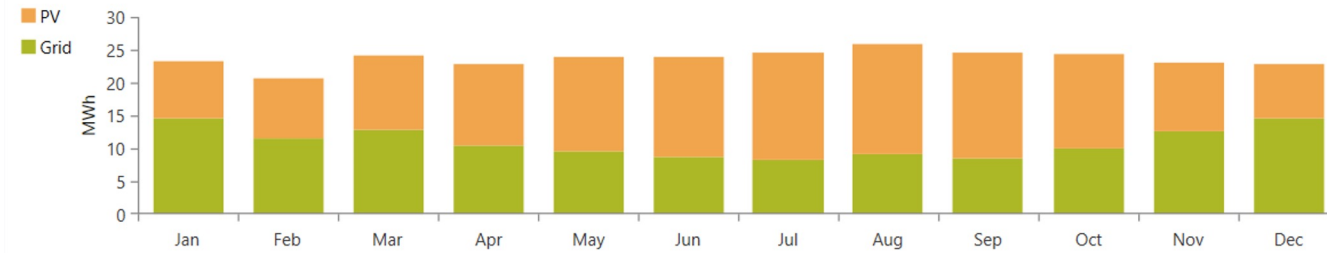
Production	kWh/yr	%
Generic flat plate PV	152,995	53.9
Grid Purchases	130,896	46.1
Total	283,891	100

Consumption	kWh/yr	%
AC Primary Load	255,500	93.0
DC Primary Load	0	0
Deferrable Load	0	0
Grid Sales	19,362	7.04
Total	274,862	100

Quantity	kWh/yr	%
Excess Electricity	1,452	0.511
Unmet Electric Load	0	0
Capacity Shortage	0	0

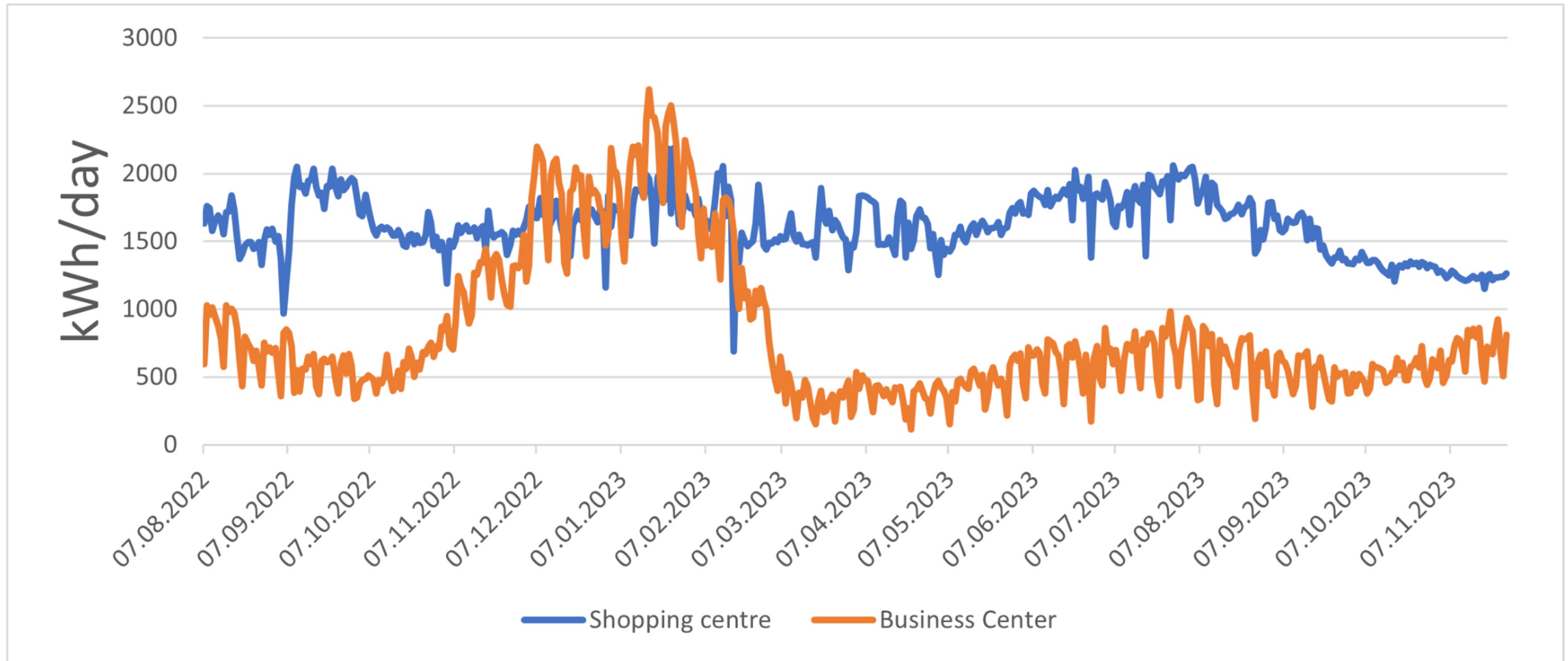
Quantity	Value	Units
Renewable Fraction	52.4	%
Max. Renew. Penetration	138	%

Component	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$)	Fuel (\$)	Salvage (\$)	Total (\$)
Generic flat plate PV	\$60,000.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$60,000.00
Grid	\$0.00	\$0.00	\$51,663.78	\$0.00	\$0.00	\$51,663.78
System Converter	\$7,550.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$7,550.00
System	\$67,550.00	\$0.00	\$51,663.78	\$0.00	\$0.00	\$119,213.78



Architecture							Cost			
			PV (kW)	Grid (kW)	Converter (kW)	Dispatch	NPC (\$)	COE (\$)	Operating cost (\$/yr)	Initial capital (\$)
				999,999		CC	\$118,350	\$0.0400	\$10,220	\$0.00
			100	999,999	75.5	CC	\$119,214	\$0.0375	\$4,461	\$67,550

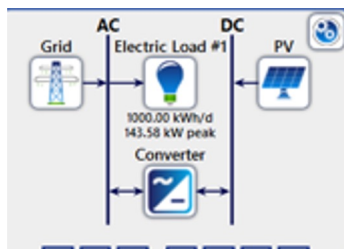
Суточная нагрузка - бизнес-здание



Сетевая система для коммерческих зданий



суточная нагрузка
1000кВтч/день

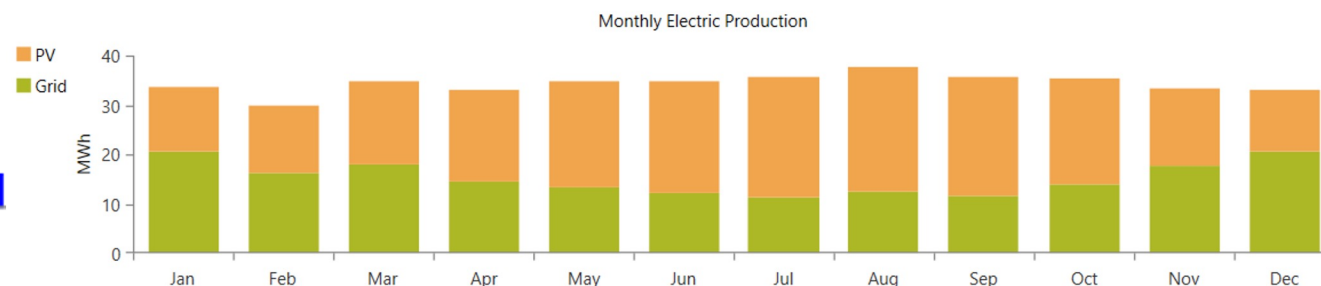
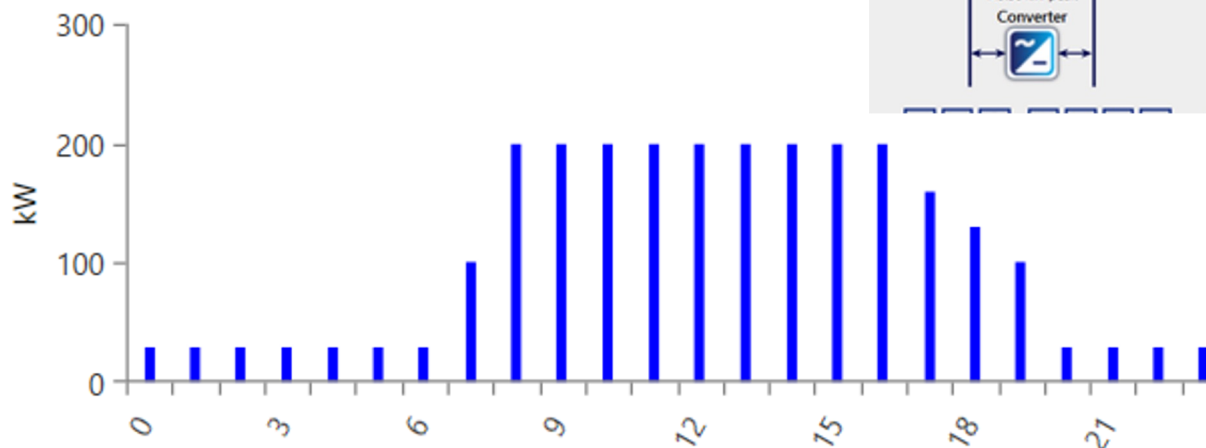


Production	kWh/yr	%
Generic flat plate PV	229,492	55.8
Grid Purchases	182,051	44.2
Total	411,544	100

Consumption	kWh/yr	%
AC Primary Load	365,000	91.2
DC Primary Load	0	0
Deferrable Load	0	0
Grid Sales	35,069	8.77
Total	400,069	100

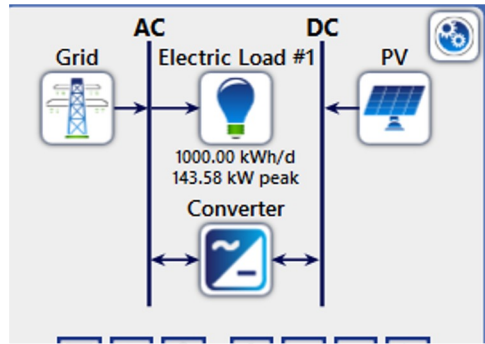
Quantity	kWh/yr	%
Excess Electricity	0	0
Unmet Electric Load	0	0
Capacity Shortage	0	0

Quantity	Value	Units
Renewable Fraction	54.5	%
Max. Renew. Penetration	105	%



Architecture							Cost			
			PV (kW)	Grid (kW)	Converter (kW)	Dispatch	NPC (\$)	COE (\$)	Operating cost (\$/yr)	Initial capital (\$)
			150	999,999	150	CC	\$227,147	\$0.0490	\$10,289	\$108,000
				999,999		CC	\$295,876	\$0.0700	\$25,550	\$0.00

Simple Payback 7,1 yr



Winning System Architecture

- HOMER Cycle Charging
- Grid
- PV - 150 kW
- Converter - 150 kW

Base Case Architecture

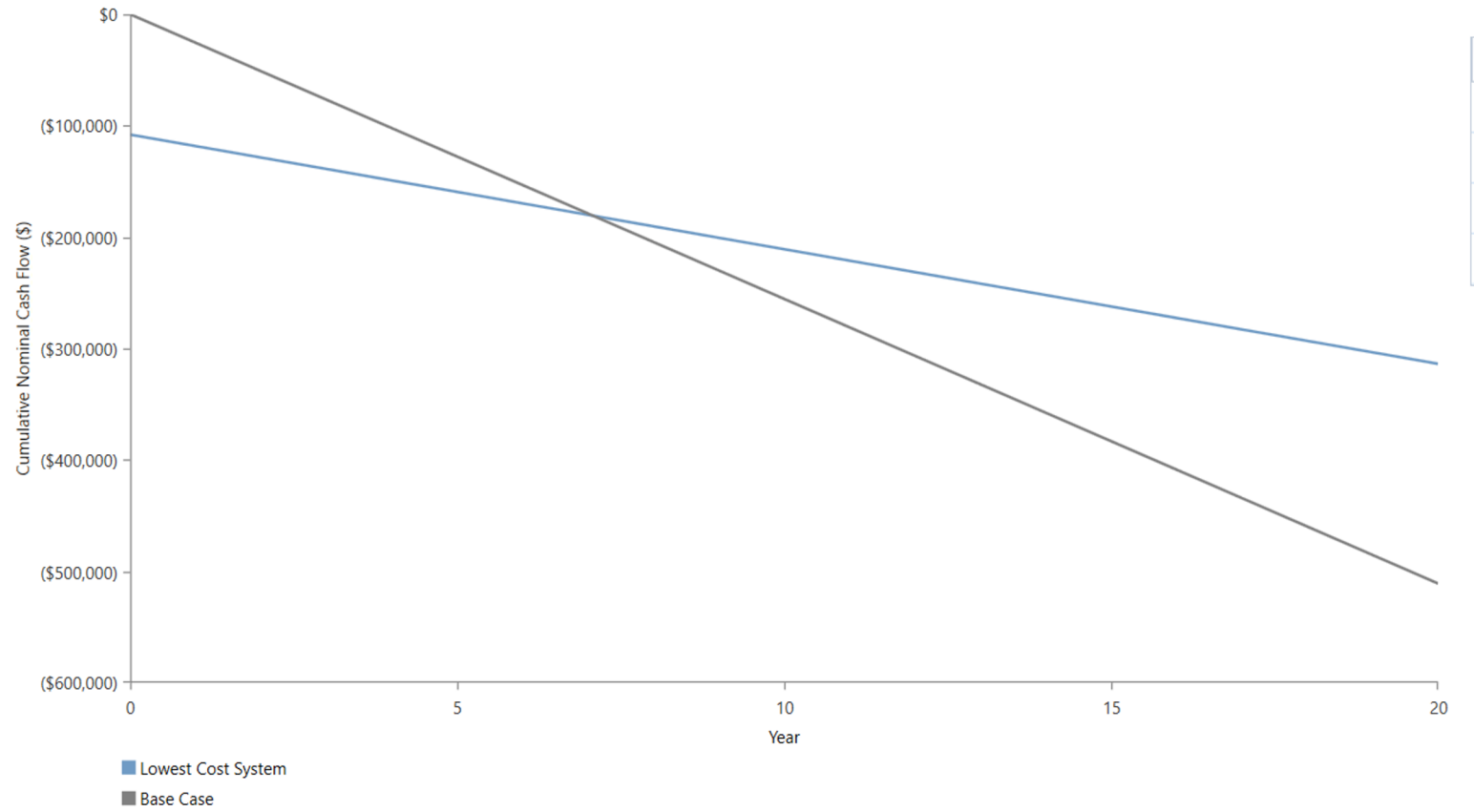
- HOMER Cycle Charging
- Grid

[Change Base Case](#)

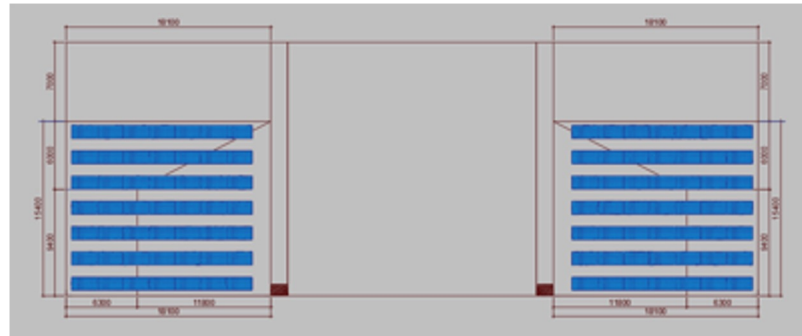
Economic Metrics

IRR	13%
ROI	9.1%
Simple Payback	7.1 yr

Here's how the hybrid system saves money over the project lifetime.



Оценка выработка электроэнергии



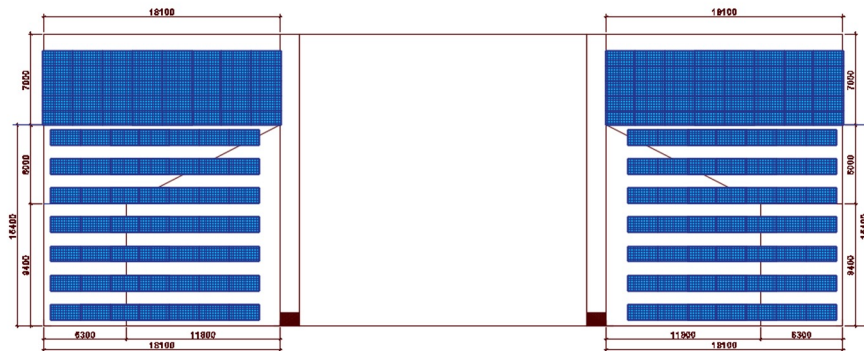
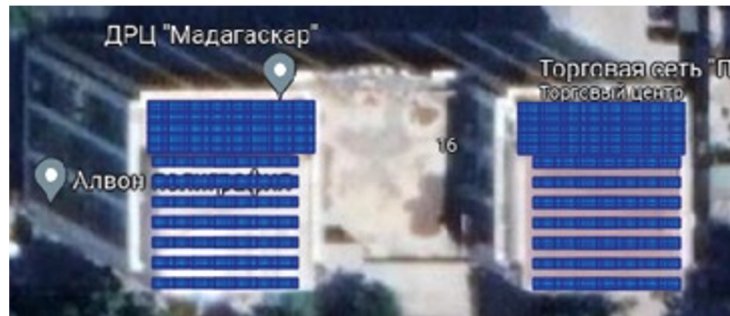
МОЩНОСТЬ 54 КВТ



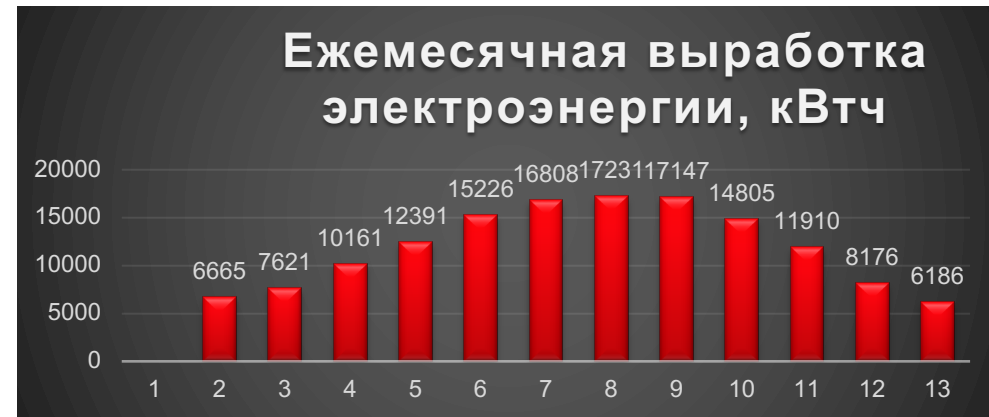
79294 кВтч/год

срок окупаемости 10 лет

Оценка выработка электроэнергии



МОЩНОСТЬ 90 КВТ



144327 кВтч/год

срок окупаемости 10 лет



Спасибо за внимание!