



EnerGAIN

Проект: Промовирање на децентрализирано производство на енергија од обновливи извори на енергија

Форум:

Децентрализирано производство на енергија –
предизвици и можности



ФОТОВОЛТАИЧНИ СИСТЕМИ

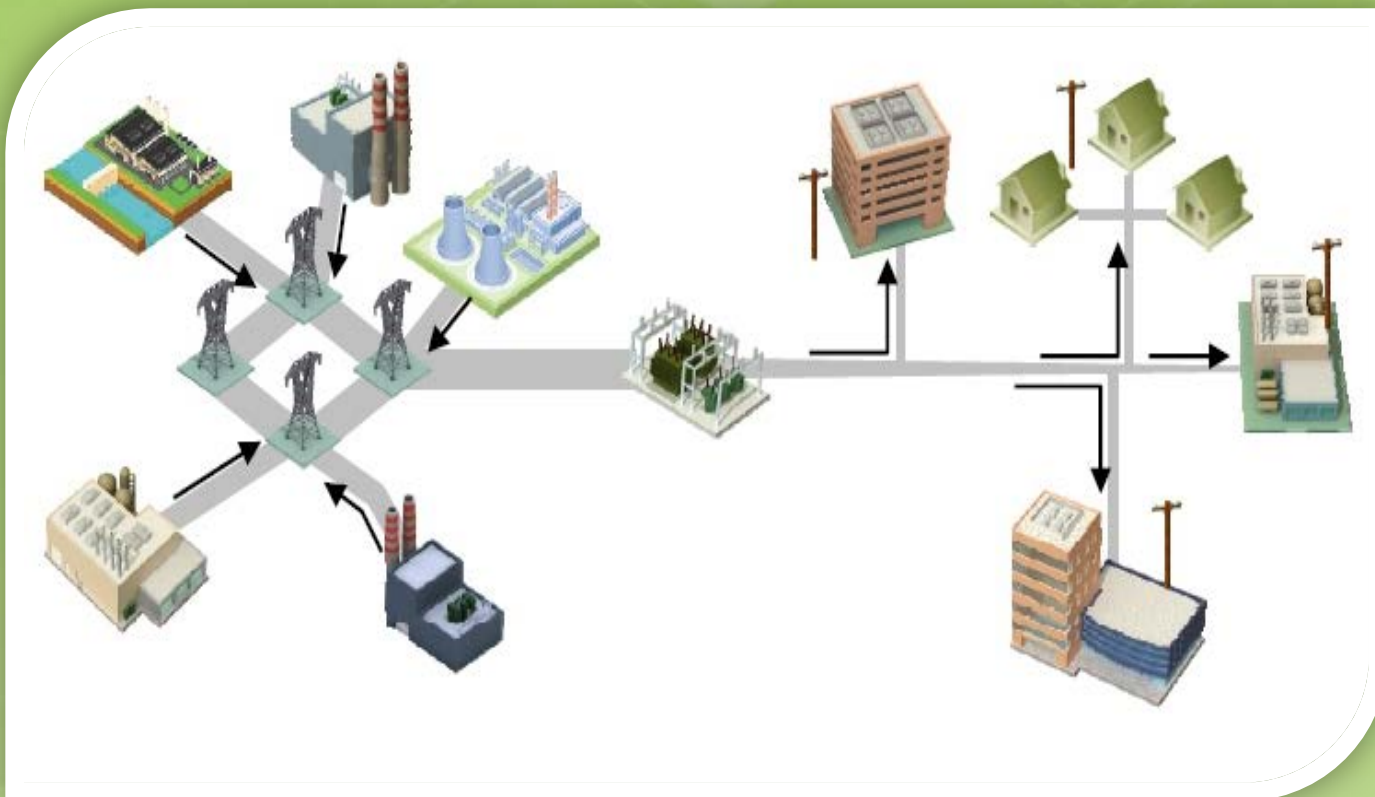
Технологии и трендови во светот
Состојба и перспективи во Македонија

вонр. проф. д-р Димитар Димитров, УКИМ-ФЕИТ - Скопје

Гевгелија, 7-8 април 2017 год.

Централизиран електроенергетски систем

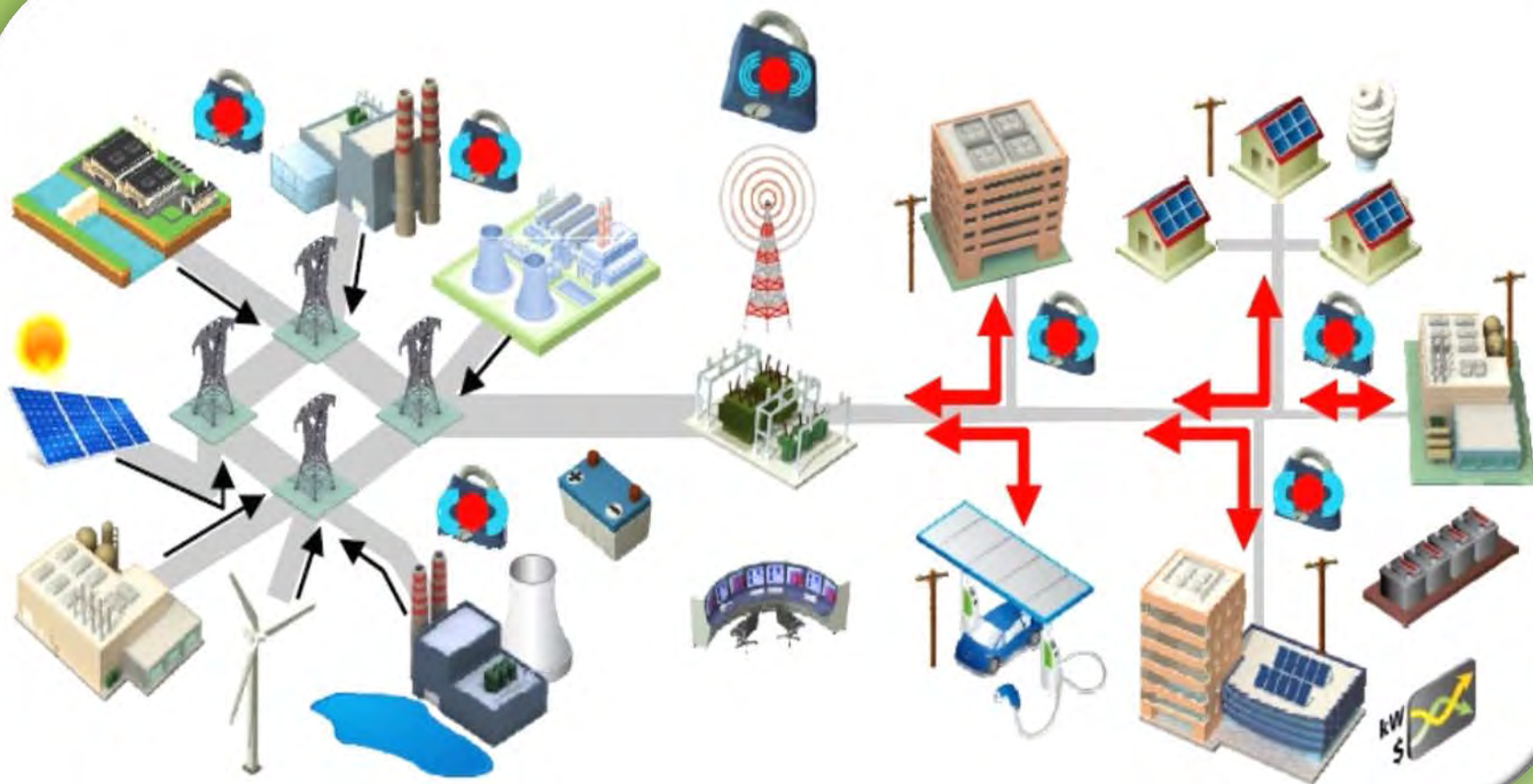
- За масовно и поевтино производство на електричната енергија, електричните центри се градат во близина на примарните извори (вода, јаглен, ...)



Нов тренд : децентрализирно производство?

- ❖ Од 1990-години започнува тенденција на реструктурирање на ЕЕС....
- ❖ Причини:
 1. Сè почестата примена на комбинираните гасни ЕЦ кои произведуваат ЕЕ и топлина
 2. Примената на обновливите извори на енергија.
- ❖ Приклучување на среден или низок напон (во дистрибутивните мрежи) – се распределени во ЕЕС.

Нов тренд : дистрибуирано производство?



Зошто дистрибуирано производство?

Интересот за ДП се должи на:

- Либерализацијата на пазарот на ЕЕ
- Резервата во системот и намалување на врвните оптоварувања
- Доверливоста и квалитетот на електричната енергија
- Алтернатива на зголемувањето на капацитетот на дистрибутивните и преносните мрежи
- Поддршка на мрежата
- Заштита на ЖС
- Комбинираното производство на ЕЕ и топлина и др.

Децентрализирано производство

*Distributed
generation*

Дисперзирано
генерирање

Дистрибуирано
производство

Дефиниција на ДГ

EMBEDDED
GENERATION

DISTRIBUTION
GENERATOR

DG

Дефиниции на дистрибуирано производство



CIGRE

Дистрибуираното производство:

- Не е централно планирано
- Не е централно диспечирано (денес)
- Обично е поврзано на дистрибутивна мрежа
- Моќност пониска од 50 или 100 MW



IEA – Меѓународна агенција за енергетика

- Дистрибуиран генератор е производствена постројка што служи за локално снабдување на потрошувачи или за поддршка на дистрибутивната мрежа, која е приклучена на дистрибутивните напонски нивоа.
- Вообичаено се користат агрегати, мали и микро турбини, горивни ќелии, фотоволтаични системи.
- Вообичаено **НЕ** вклучува ветерни генератори затоа што ветерните центри не се наменети за снабдување на потребите на локалните потрошувачи

Дефиниции на дистрибуирано производство

IEEE

Дистрибуираното генерирање е производство со постројки што се значително помали од електричните центри, така што е можно да се поврзат на речиси било која точка од ЕЕС

Ackermann и др.

ДГ е извор на електрична енергија поврзан на дистрибутивната мрежа или на потрошувачката страна на електричното броило

Дефиниции на дистрибуирано производство

Се користат дополнителни критериуми:

- Напонското ниво на приклучокот (дистрибутивна мрежа / преносна мрежа)
- Инсталираната електрична моќност
- Намената (активна / реактивна енергија)
- Локацијата
- Големината на областа на снабдување
- Применетата технологија за производство на енергија
- Влијание врз ЖС
- Начинот на функционирање
- Сопственоста и др.

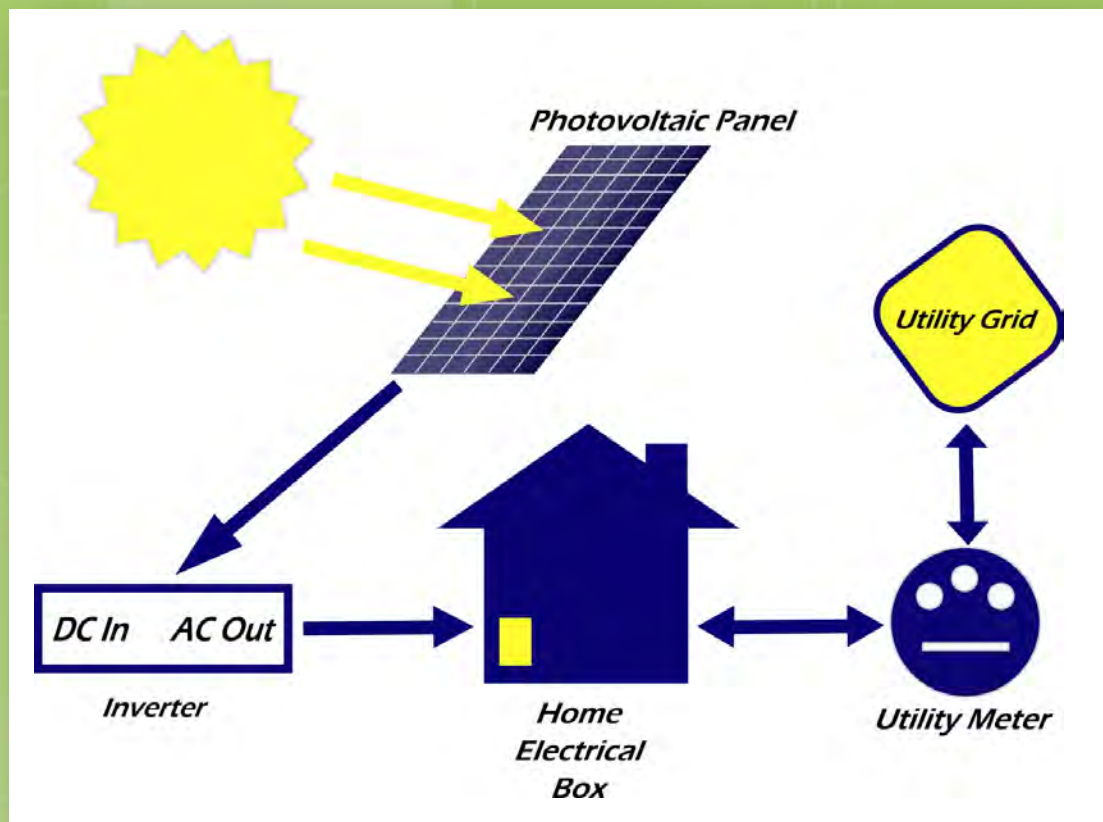
Применети технологии

Типови ДП постројки (според технологијата)

- Мотори со внатрешно согорување
- Микро турбини
- Гасни турбини
- Горивни ќелии
- Ветрогенератори
- Биогас, биомаса и останати ОИЕ
- **Фотоволтаични системи**

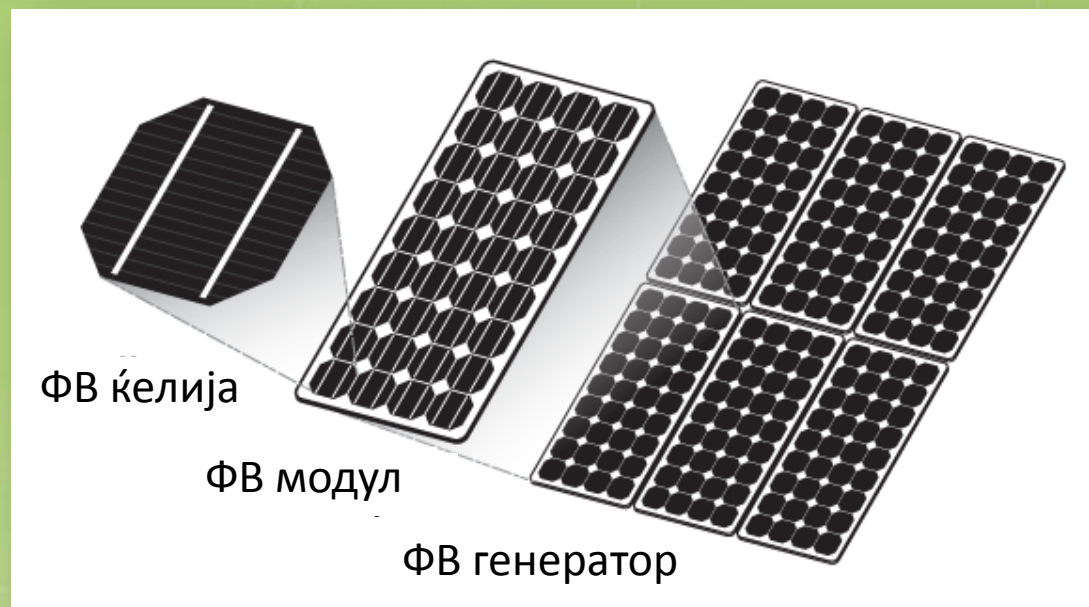
Што се фотоволтаични системи?

Фотоволтаични (ФВ) системи се постројки што вршат директна конверзија на **сончевото зрачење** во **електрична енергија** и ја прилагодуваат за понатамошна примена



Соларни ќелии

Соларните ќелии се „срцето“ на ФВ системите



Терминологија

ФВ ќелија



ФВ панел



ФВ модул



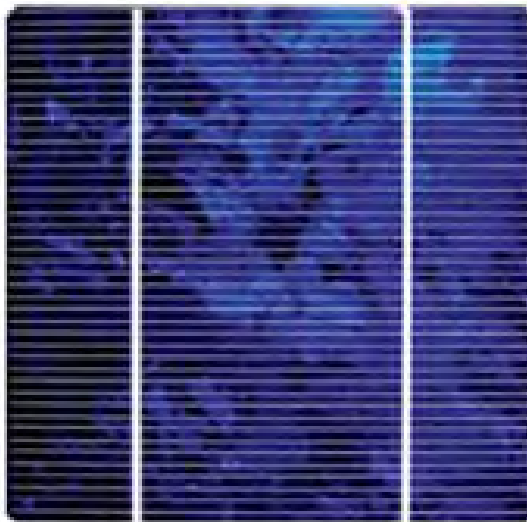
ФВ генератор



Технологии на соларни ќелии



Монокристален
силициум

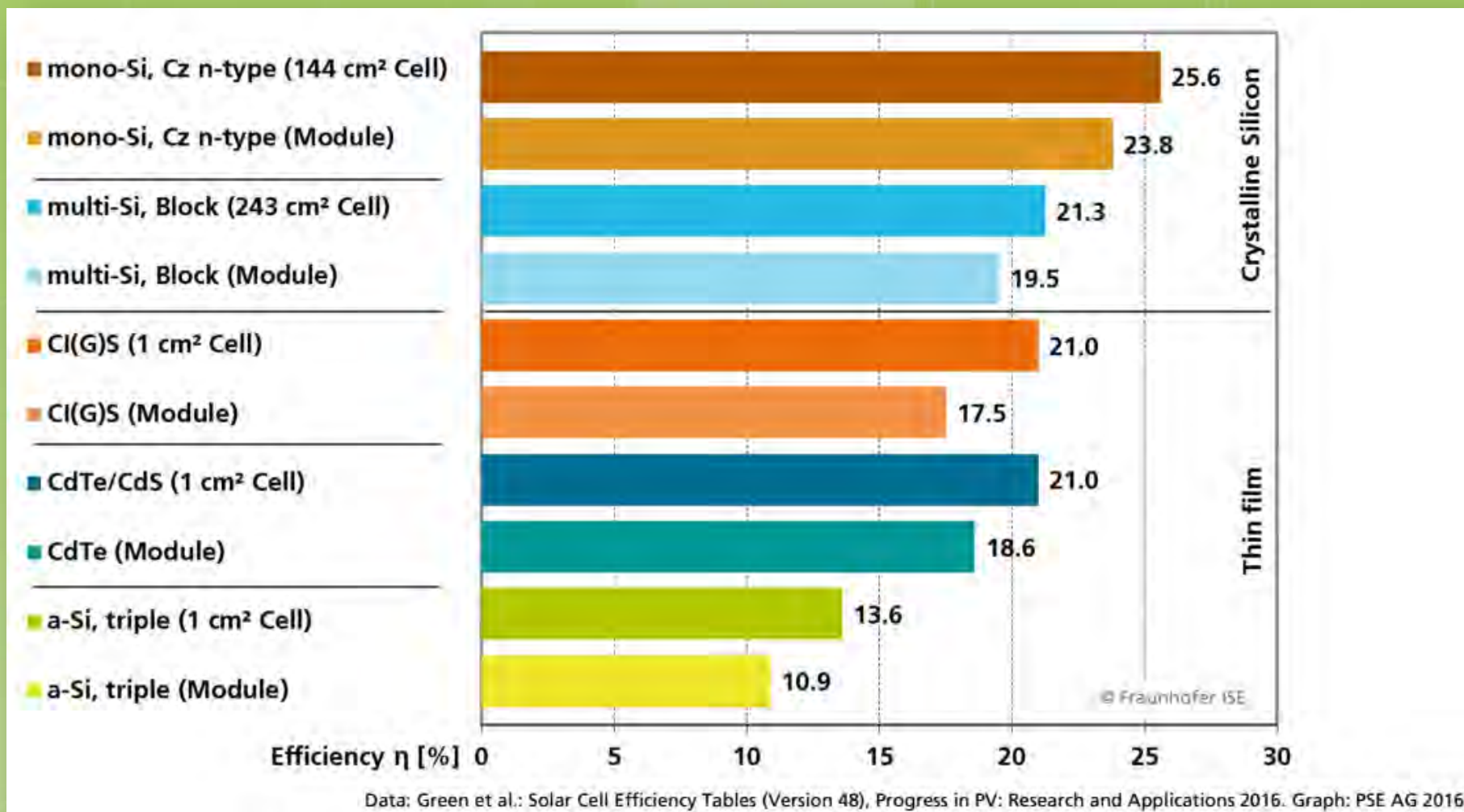


Поликристален
силициум



Аморфен
силициум
(тенкослојни
филмови, ...)

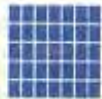
Ефикасност ФВ ќелии и ФВ модули



Ефикасност и површина

ФВ ќелии (материјал)

Површина за 1 kWp

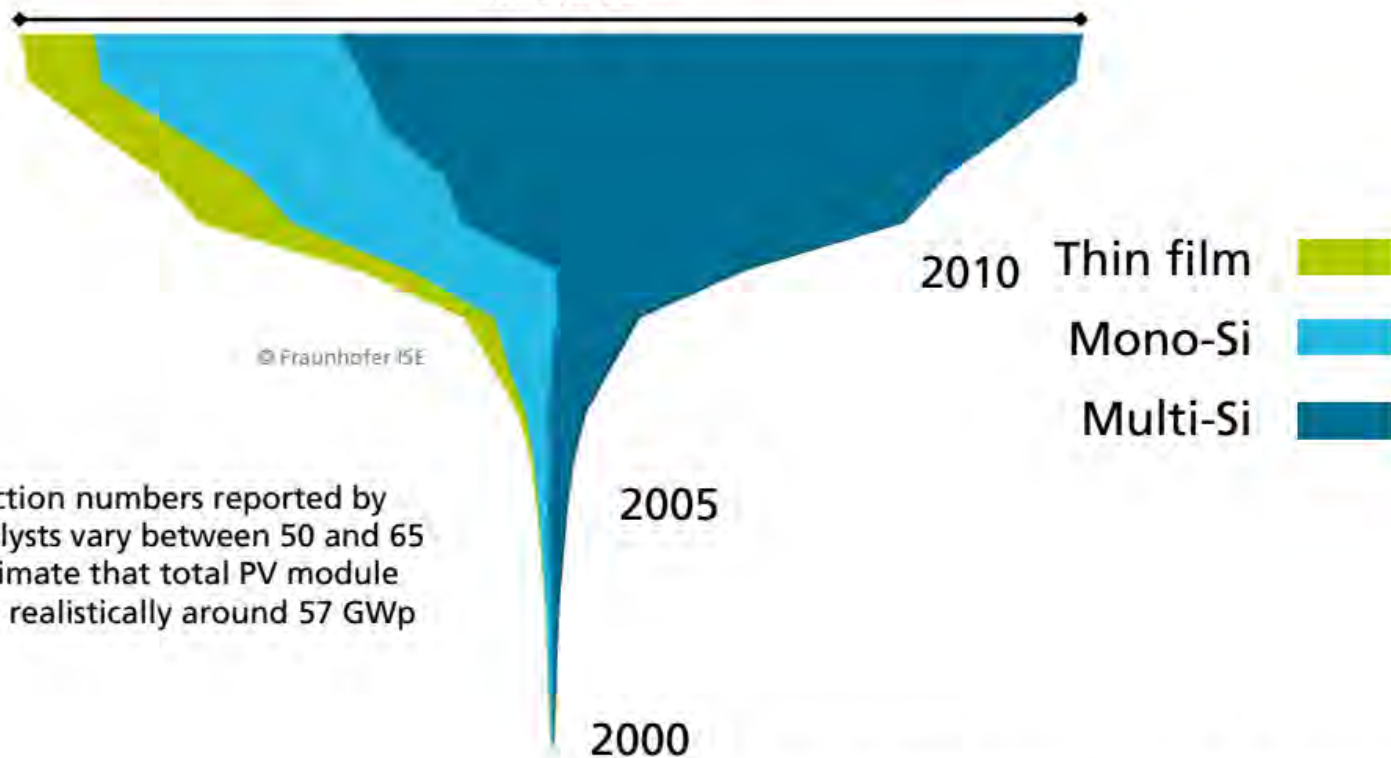
Mono-crystalline	$7\text{m}^2\text{--}9\text{m}^2$	
High performance cells	$6\text{m}^2\text{--}7\text{m}^2$	
Polycrystalline	$7.5\text{m}^2\text{--}10\text{m}^2$	
Copper indium diselenide (CIS)	$9\text{m}^2\text{--}11\text{m}^2$	
Cadmium telluride (CdTe)	$12\text{m}^2\text{--}17\text{m}^2$	
Amorphous silicon	$14\text{m}^2\text{--}20\text{m}^2$	

Цената на ФВ модулите се дава во ЕУР/Wp

Помала ефикасност значи поголема површина, поголем број на носачи, подолги кабли итн.

Производство на ФВ модули според технологијата на ќелиите

About 57* GWp PV module production in 2015



*2015 production numbers reported by different analysts vary between 50 and 65 GWp. We estimate that total PV module production is realistically around 57 GWp for 2015.

Data: from 2000 to 2010: Navigant; from 2011: IHS. Graph: PSE AG 2016

КАРАКТЕРИСТИКИ на ФВ СИСТЕМИТЕ

ПРЕДНОСТИ

- Еколошки-прифатлив извор на електрична енергија
- Достапна технологија
- Ниски трошоци за одржување и др.
- Модуларност
- Намалена цена



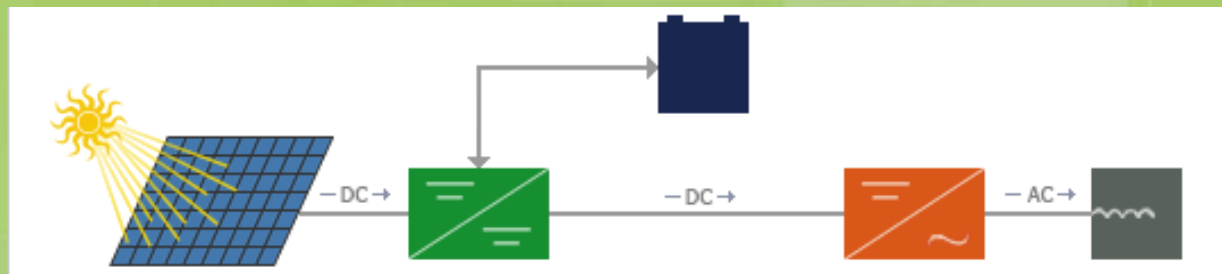
НЕДОСТАТОЦИ

- Варијабилност (дење-ноќе, зима-лето)
- Неизвесност (променливи меторолошки услови)
- Не можно да се продаде произведената ЕЕ на либерализиран пазар по задоволувачка цена

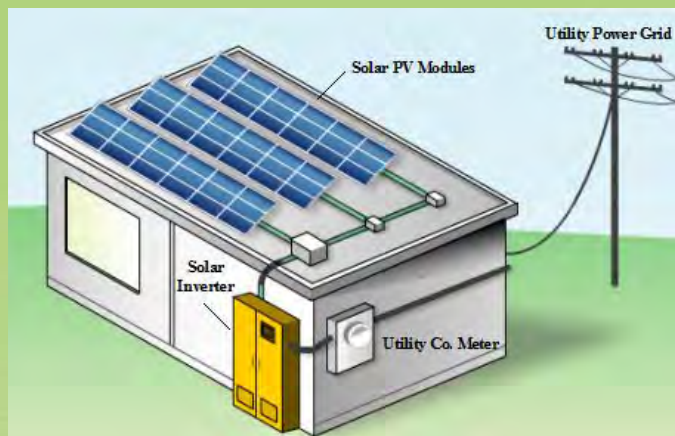


ТИПОВИ ФОТОВОЛТАИЧНИ (ФВ) СИСТЕМИ

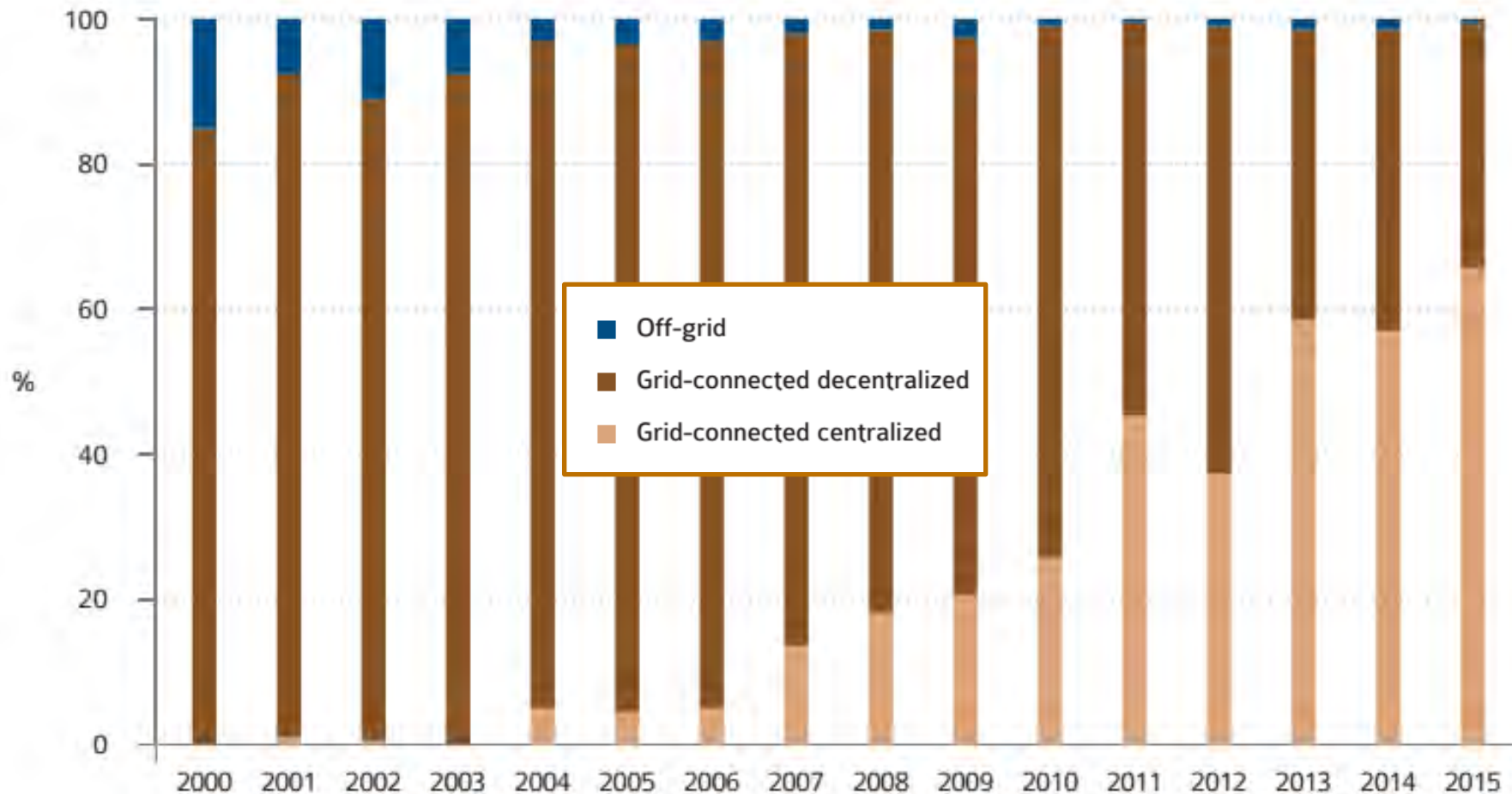
Автономни ФВ системи



ФВ системи врзани на мрежа



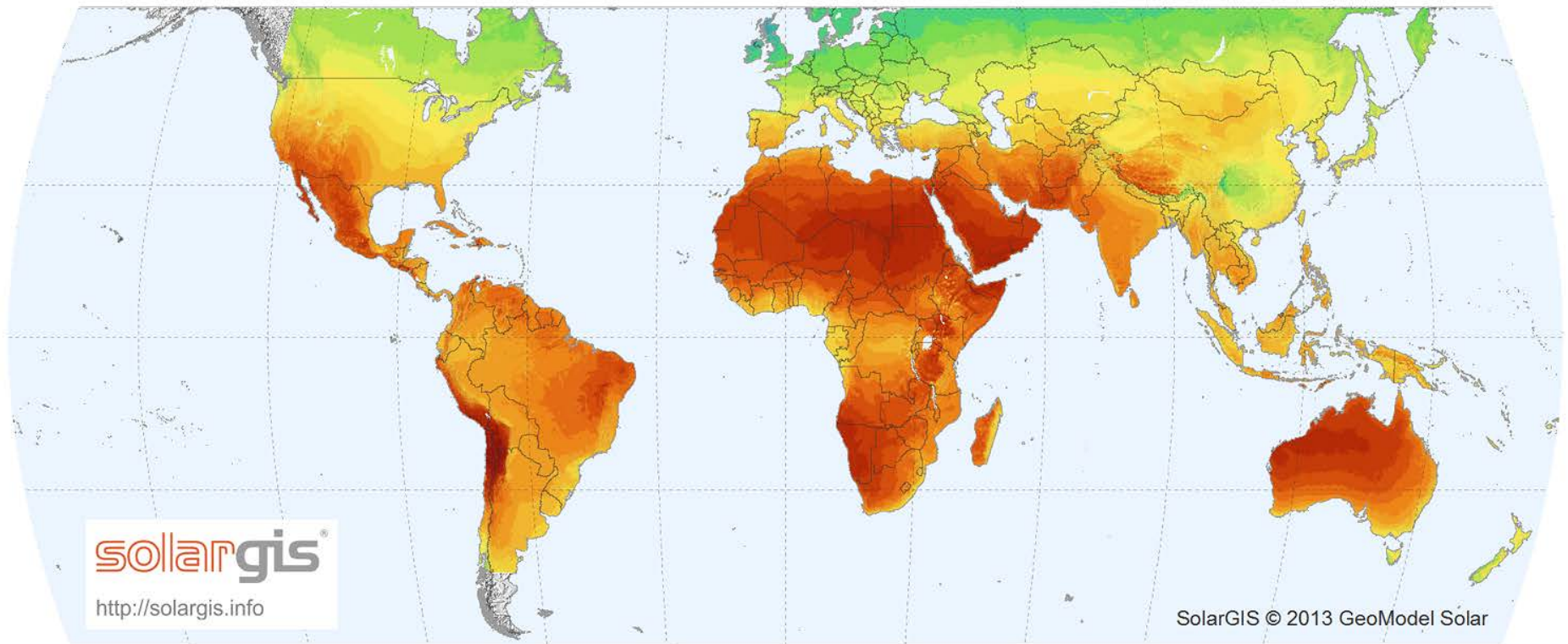
Типови на ФВ системи



Сончево зрачење врз хоризонтална површина

WORLD MAP OF GLOBAL HORIZONTAL IRRADIATION

GeoModel
SOLAR



solarGIS
<http://solargis.info>

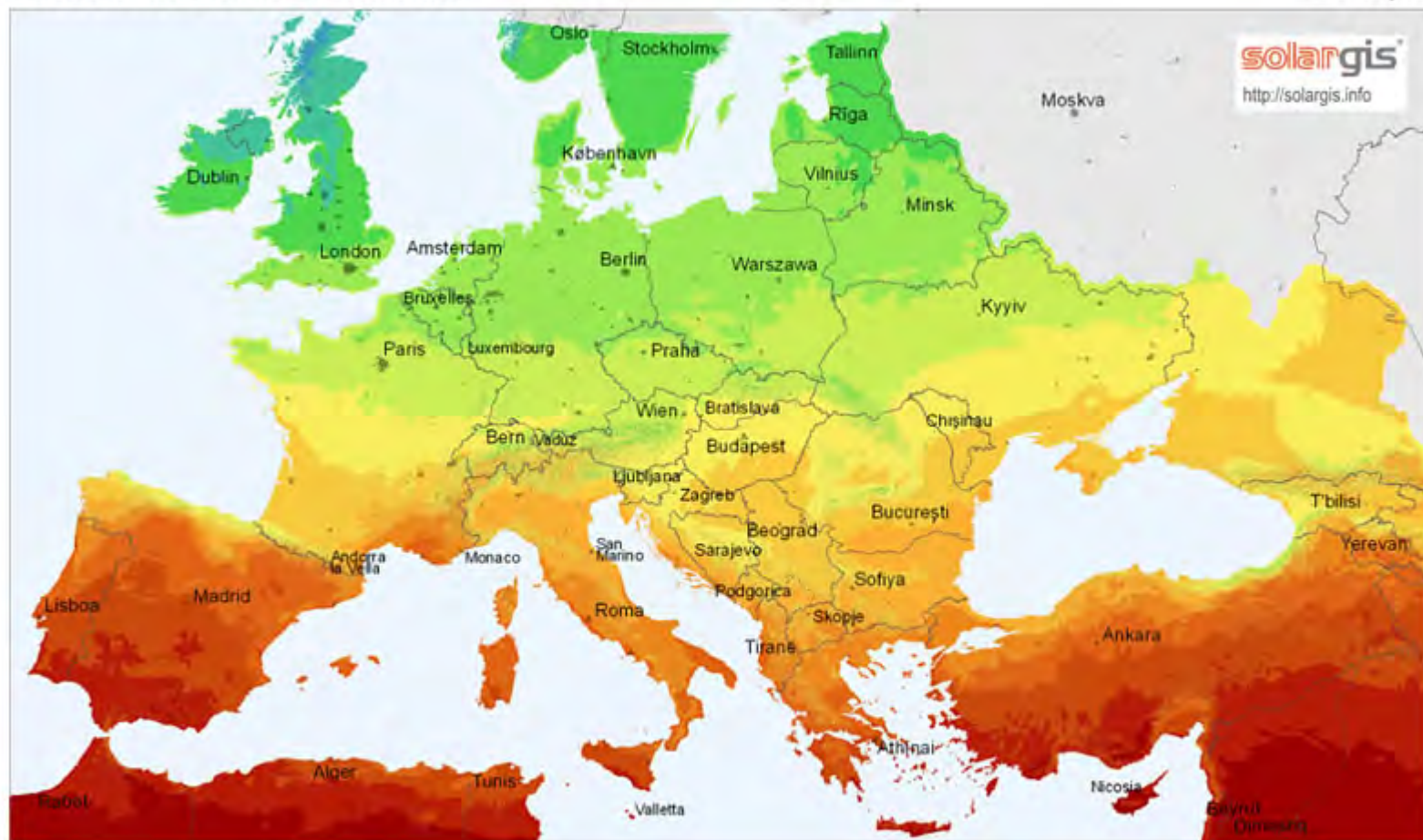
SolarGIS © 2013 GeoModel Solar

Long-term average of: Annual sum < 700 900 1100 1300 1500 1700 1900 2100 2300 2500 2700 >
Daily sum < 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 > kWh/m²

Сончево зрачење врз хоризонтална површина

Global horizontal irradiation

Europe



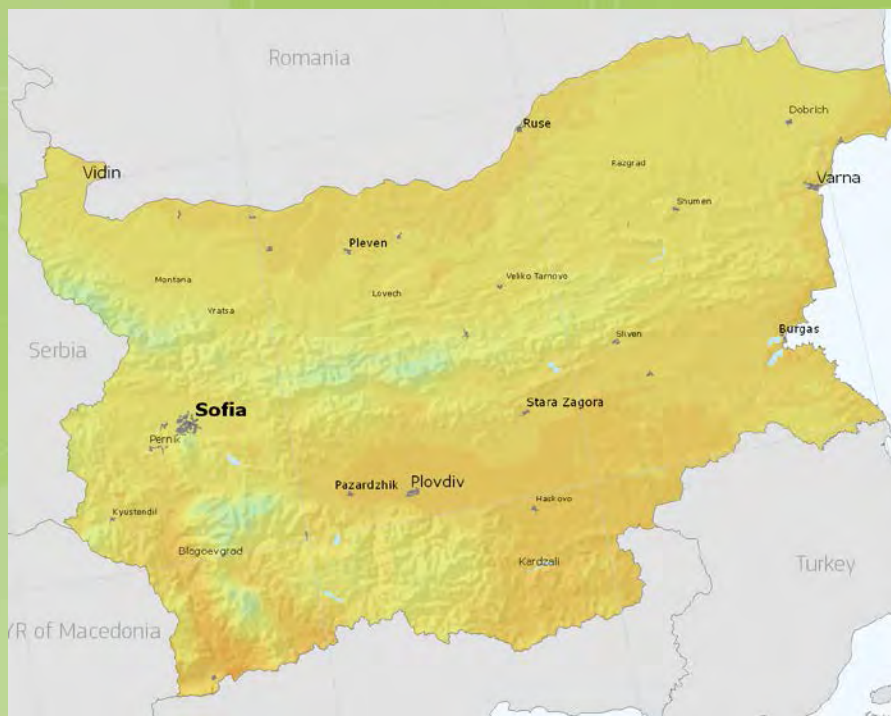
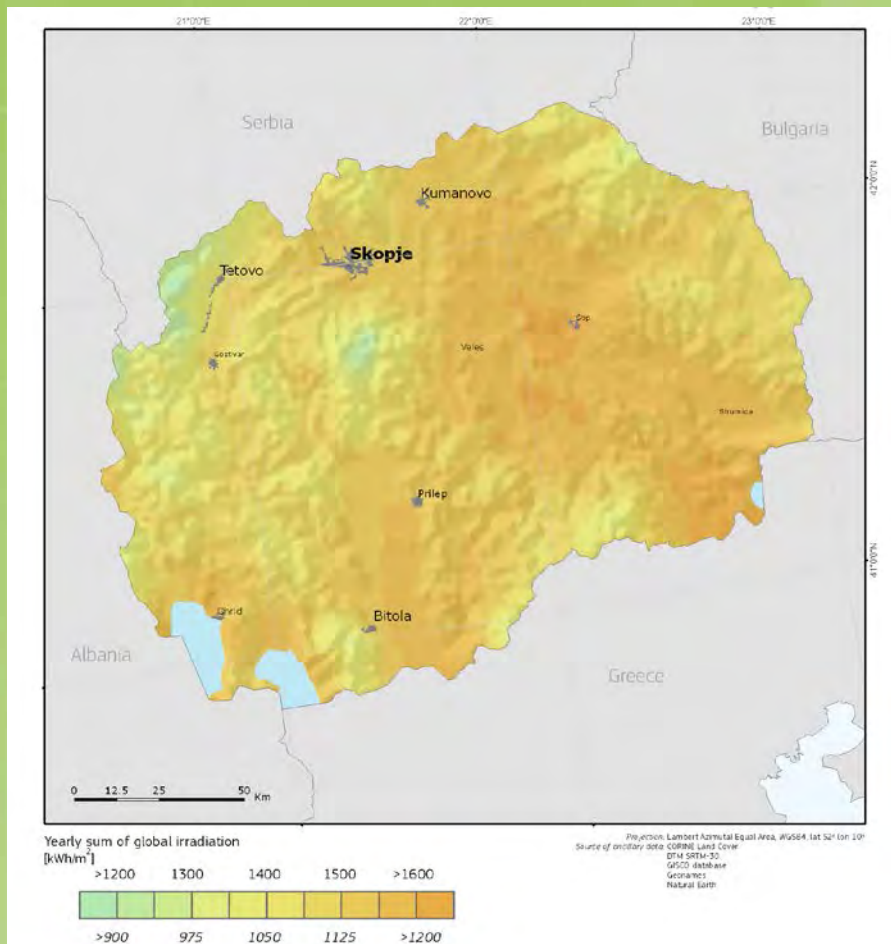
Average annual sum (4/2004 - 3/2010)



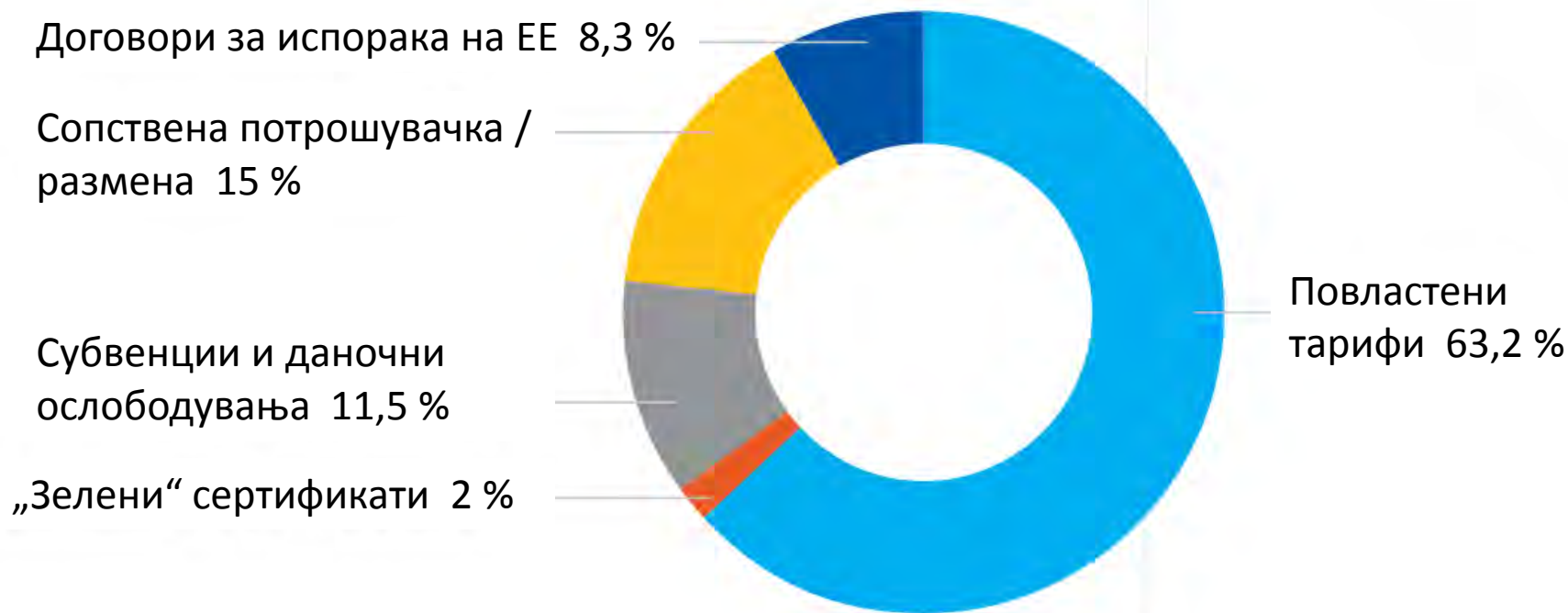
0 250 500 km

© 2011 GeoModel Solar s.r.o.

Сончево зрачење врз хоризонтална површина

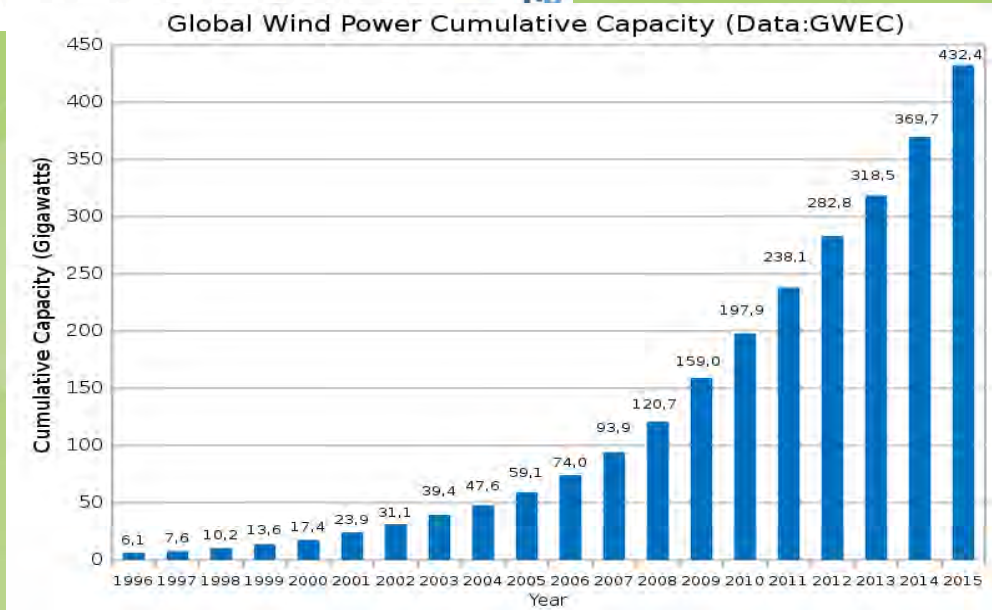
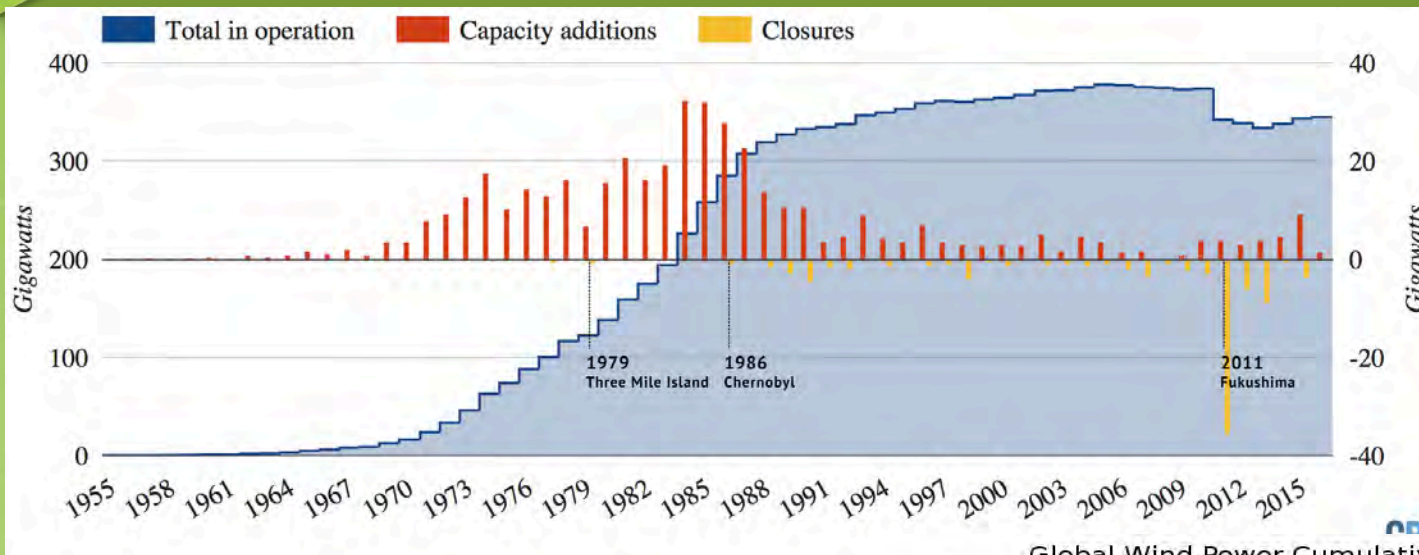


Главни механизми за поддршка на ФВ системите во 2015 год.

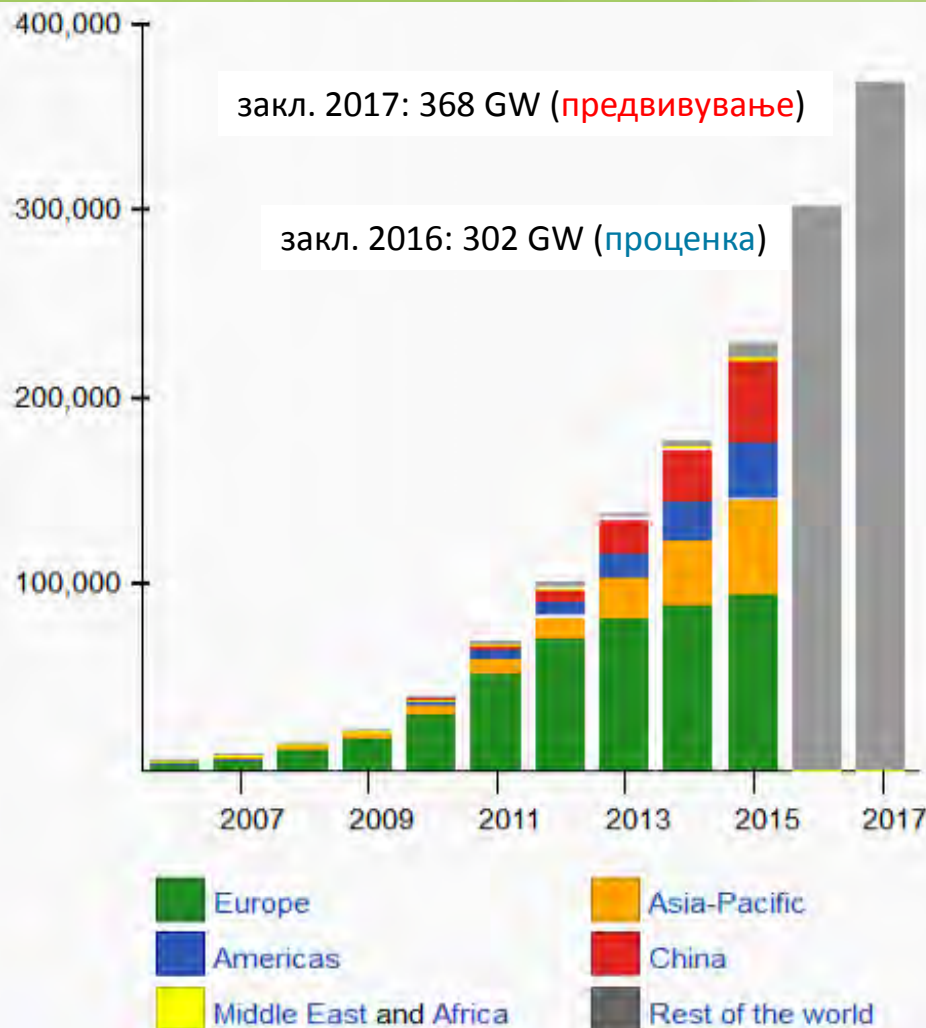


Source: Data from IEA-PVPS.

Инсталирани капацитети од нуклеарни центри и ветерни центри



Вкупна инсталирана моќност на ФВ системи



Централа со најголеми моќности

1000 MW	China	Yanchi Solar PV Station	2016
	Yanchi, Qinghai Province		
575 MW	USA	Solar Star Projects	2015
	Rosamond, CA		
550 MW	USA	Desert Sunlight Solar Farm	2015
	Riverside County, CA		
550 MW	USA	Topaz Solar Farm	2011-2014
	San Luis Obispo County, CA		
480 MW	China	Longyangxia Hydro-Solar PV Station	2013-2015
	Longyangxia Dam, Qinghai Province		
350 MW	USA	Copper Mountain III Solar Facility	2015
	Boulder City, NV		
345 MW	India	Charanka Park PV power plant	2012-2015
	Charanka, Patan District		
300 MW	France	Centrale solaire de Cestas	2015
	Cestas, Bordeaux Gironde		

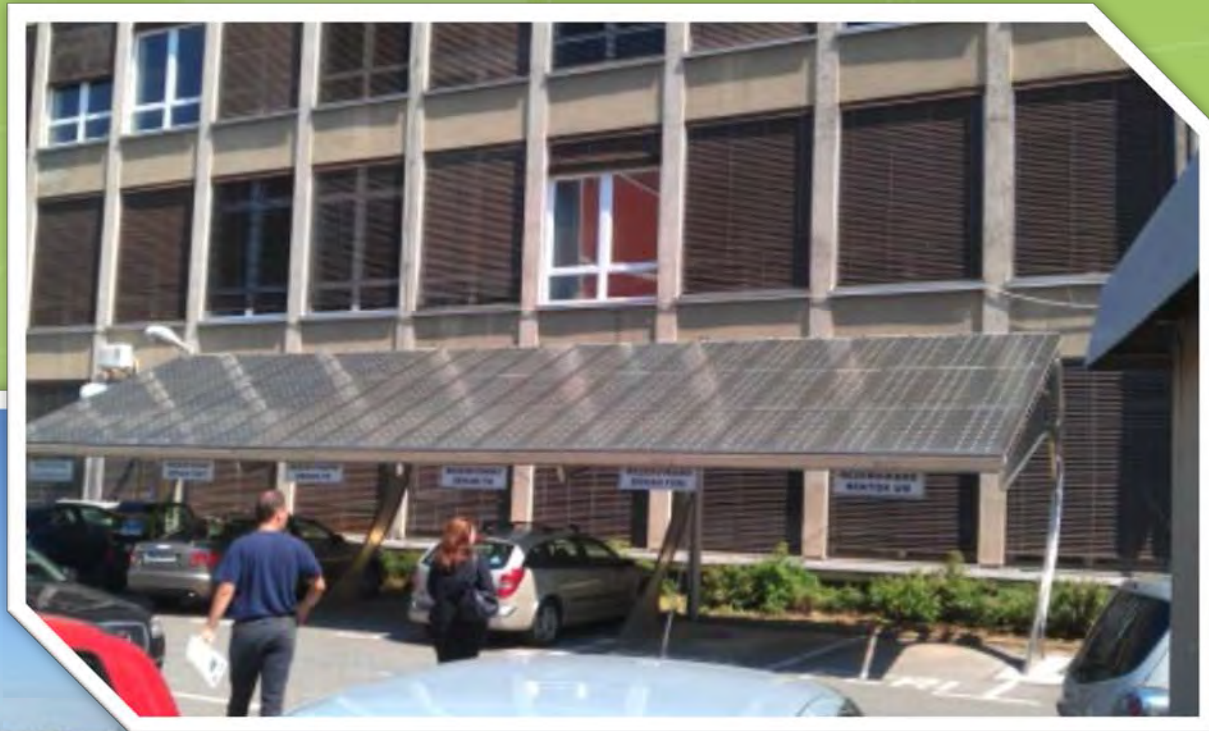
ФВ генератор со систем за следење на сонцето



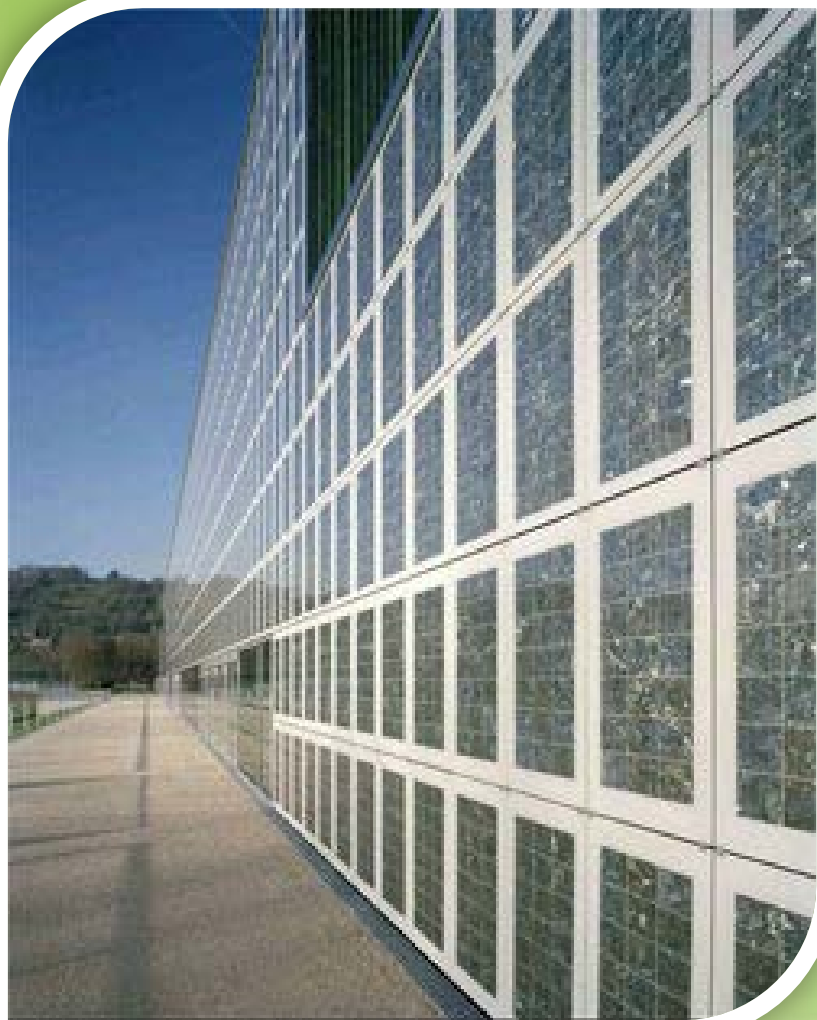
ФВ модули за поставување на покрив



ФВ модули за засенување на паркинг



ФВ модули вградени во фасади



ФВ модули вградени во фасади



Manchester College of Art & Technology
38.56 kWc

ФВ модули вградени во фасади



ФВ модули вградени во фасади



ФВ модули поставени на земја



ФВ модули поставени на земја



ФВ модули поставени на земја



ФВ системите се идеално решение
за напојување на потрошувачи оддалечени од дистрибутивната мрежа



Апли, Швајцарија

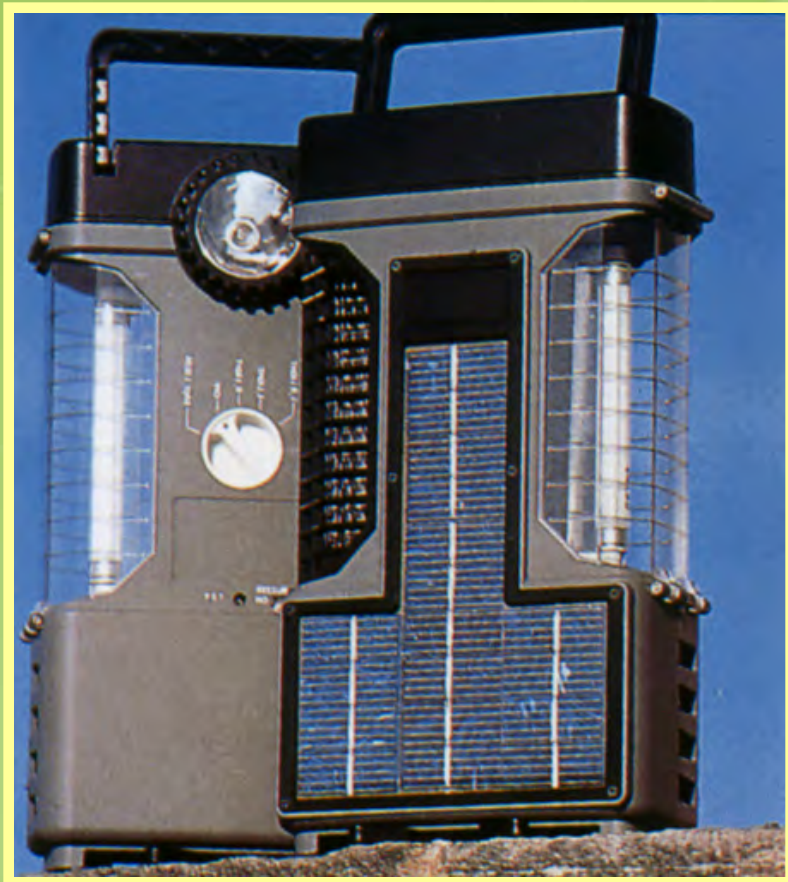
Звучна бариера на автопат



Автопат во Швајцарија

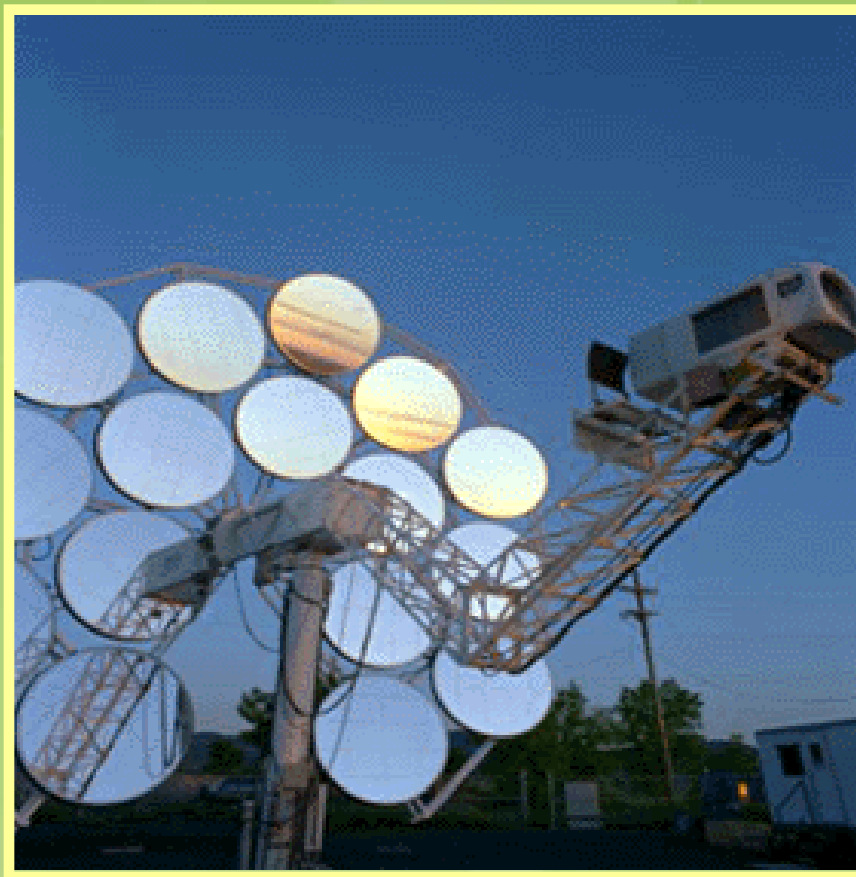


ФВ модул напојува
фрижидер



Има многу мали уреди
што користат ФВ ќелии

ФВ системи со кружни концентратори



Генерирање електрична енергија со хелиостатски концентратори



Калифорнија, САД

ИНСТАЛИРАНИ КАПАЦИТЕТИ ВО РМ

- ❑ Вкупната инсталирана моќност (квота) со повластена тарифа за ФВ електроцентрали е (Сл. Весник 56/2013):
 - ❑ 4 MW (< 50 kW) 16 EURcent/kWh / 15 години
 - ❑ 14 MW (51 – 1000 kW) 12 EURcent/kWh / 15 години
- ❑ Квотата од 4+14 MW е речиси исполнета
- ❑ Што понатаму...



Повластени, регулирани и пазарни цени

Повластени цени за ФВ системи во моментов:

- до 50 kW: 16 cent€/kWh
- 51 kW - 1000 kW: 12 cent€/kWh

Регулирани цени:

Домаќинства

2тф броила

BT – 5,57 ден/KWh + ДДВ 18%

HT – 2,79 ден/KWh + ДДВ 18%

8,4 cent€/kWh + ДДВ 18% = 9,9 cent€/kWh

Индустрија 1. ТС

Max – 749,96 ден/KW

BT – 3,59 ден/KWh

HT – 1,76 ден/KWh

~ 11 cent€/kWh + ДДВ

Индустрија 2. ТС

BT = HT – 8,68 ден/KWh

~ 14,11 cent€/kWh + ДДВ

Пазарни цени:

E = 4 – 6 cent€/kWh*

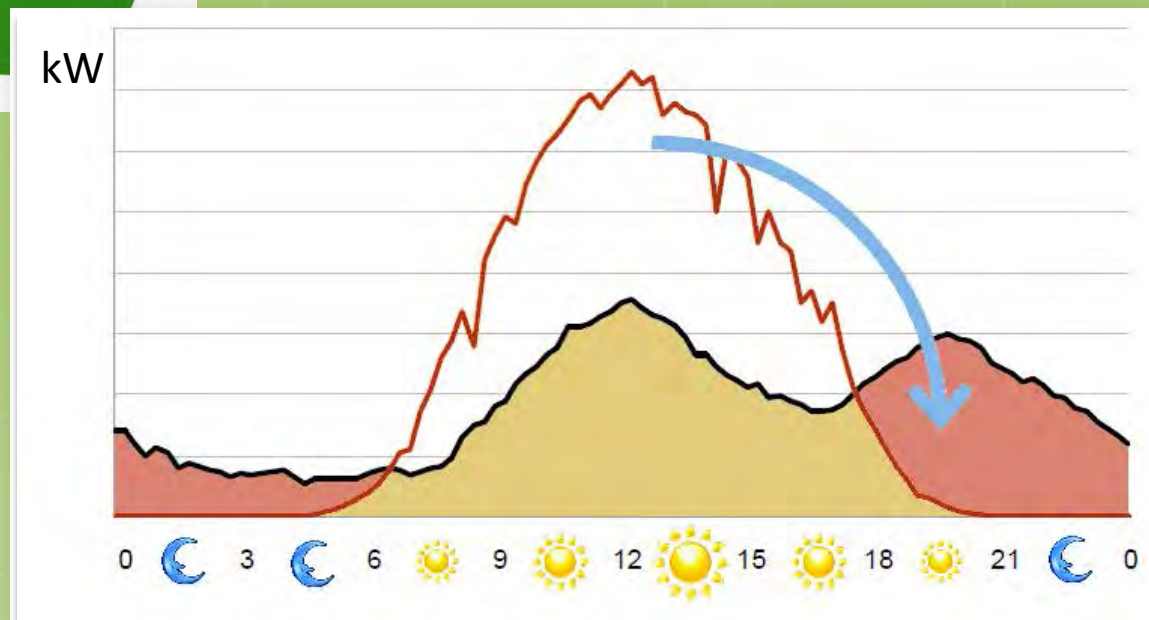
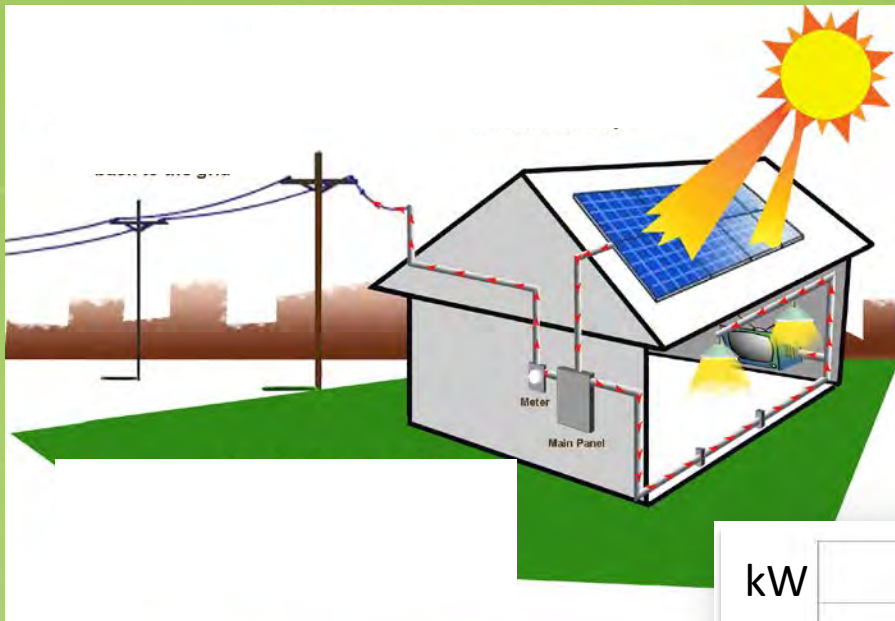
Мрежарина ~ 39 €/MWh

* Цена за енергија со балансирање која се нуди во моментот на пазарот во МК

ШТО ПОНАТАМУ?

- ❑ Зголемување на квотата за ФВ електроцентрали што користат повластени тарифи
- ❑ ФВ системи применети во домаќинства со можност за размена на ЕЕ
- ❑ Примена во компании за задоволување на сопствената потрошувачка

РАЗМЕНА НА ЕНЕРГИЈАТА



Придобивки за снабдувачот

- Снабдувачот добива ЕЕ во висока тарифа, која ја порамнува за ЕЕ во ниска тарифа (пример за размена 1:1)

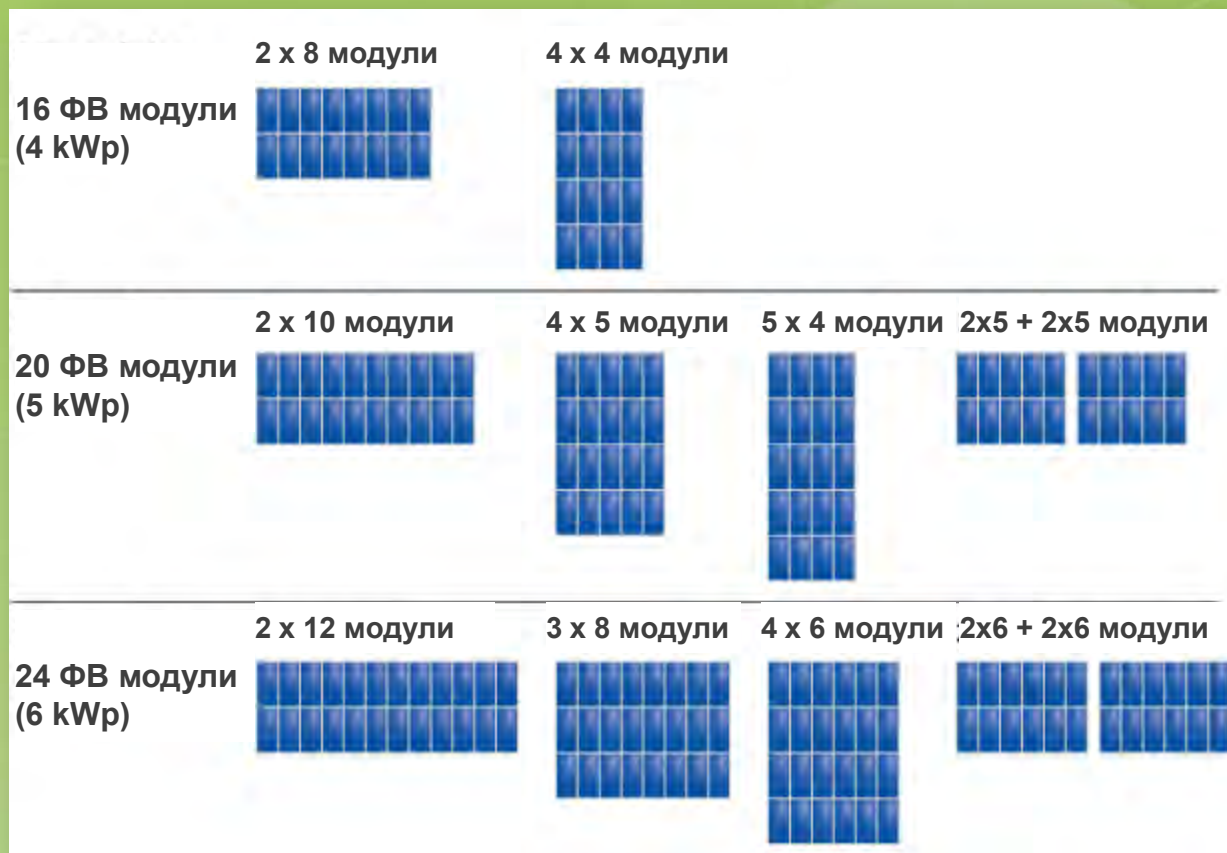
ПРИМЕР	ЕЕ [kWh/год]	Цена ЕЕ [ден/kWh]	Цена ЕЕ [ден/год]	Вкупна цена ЕЕ [ден/год]	Разлика во цена [ден]
Потрош. ЕЕ – ВТ	3000	5,57	16710	27870	8340 (30 %)
Потрош. ЕЕ – НТ	4000	2,79	11160		
Произв. ЕЕ – ВТ	6000	5,57	33420	36210	
Произв. ЕЕ – НТ	1000	2,79	2790		

- ФВ системите ќе бидат главно инсталирани во урбани средини
- Се намалуваат вкупните загуби при пренос и дистрибуција на ЕЕ
- Производството ќе биде дисперзирано, со што покрај намалувањето на загубите и при дистрибуција и позитивно ќе се влијае и на напонските прилики

ФВ ГЕНЕРАТОР ПОСТАВЕН НА ПОКРИВ



МО́ЩНОСТ И ПОВРШИНА ФВ генератор



$A = 27,2 \text{ m}^2$

$E = 5600 \text{ kWh/год}$

Цена: ~ 4800 €

$A = 34 \text{ m}^2$

$E = 7000 \text{ kWh/год}$

Цена: ~ 6000 €

$A = 41 \text{ m}^2$

$E = 8400 \text{ kWh/год}$

Цена: ~ 7200 €

ФВ модуль: 250 Wp; 1 m x 1,7 m
Производство: 1400 kWh/kW
Цена: 1200 €/kWh

Исплатливост

ПРИМЕР

Моќност на ФВ систем

5 kW

Произведена и потрошена ЕЕ

7000 kWh/год

Цена

6000 ЕУР

Заштеда

- до 2020: 385 €/год. - 720 €/год.

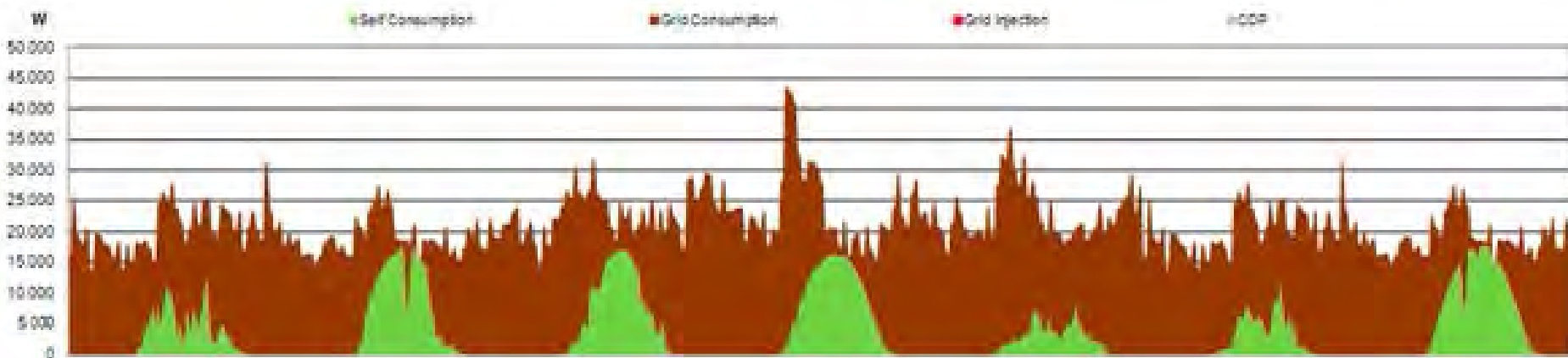
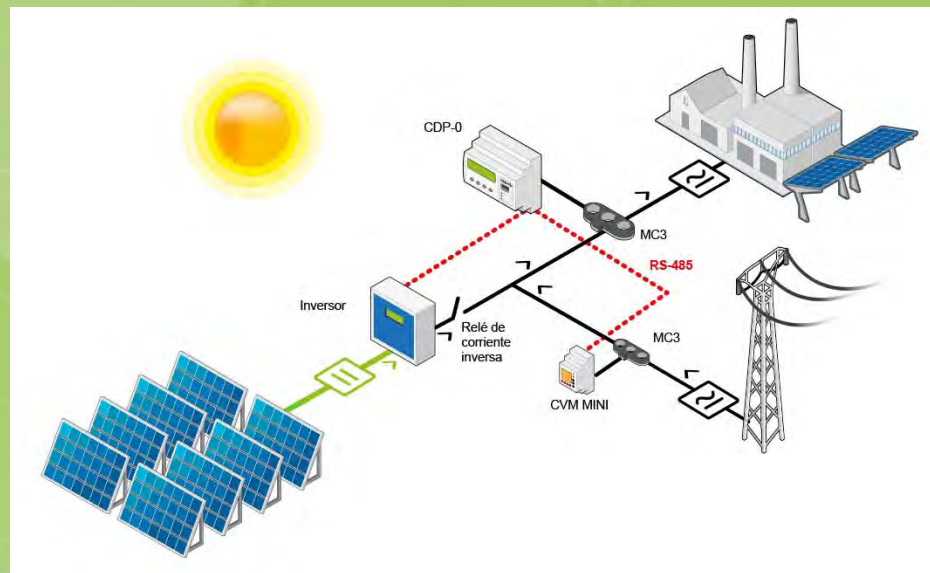
- по 2020: 460 €/год. - 860 €/год.

Исплатливост:

8 – 10 години, зависно од дијаграмот на потрошувачка, кредитните услови итн.

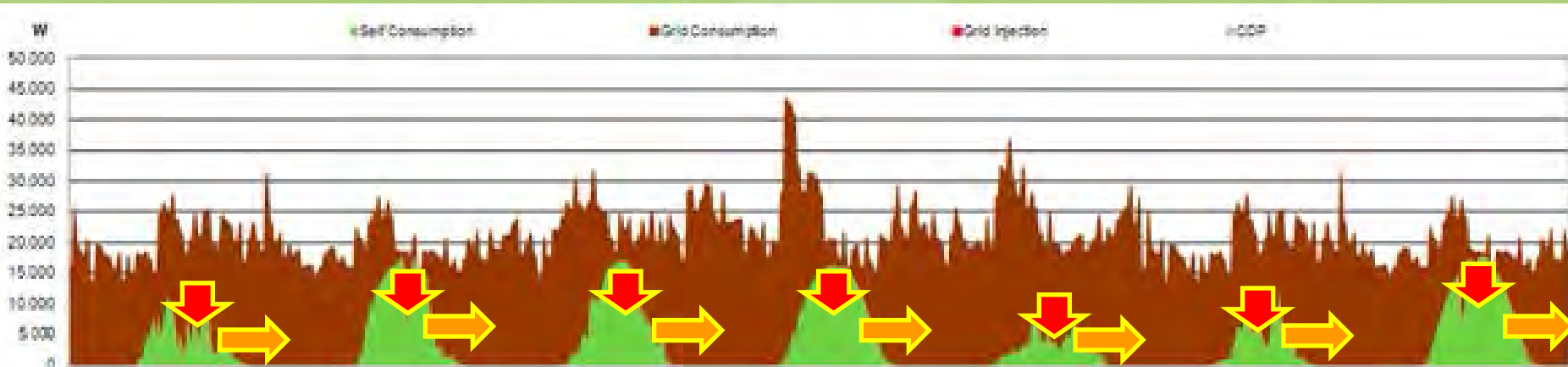
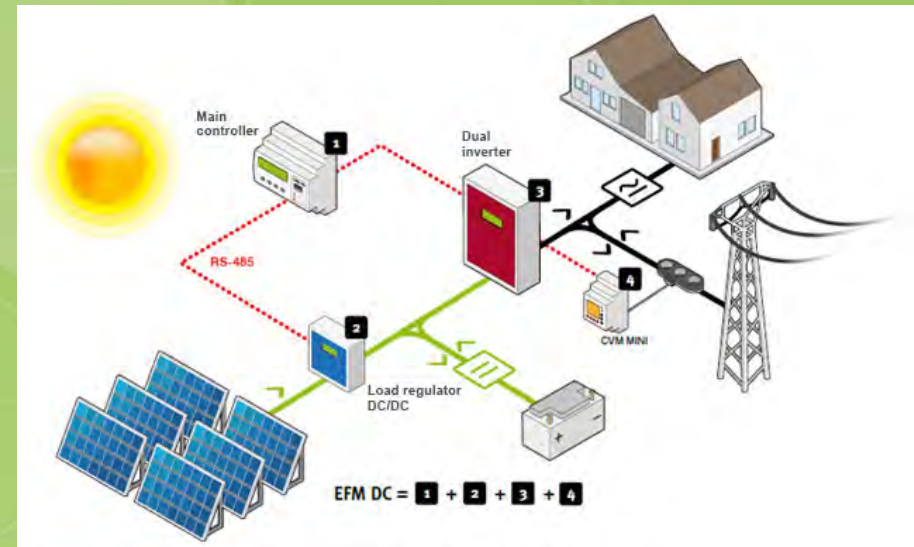
ФВ СИСТЕМИ ВО КОМПАНИИ

- ❑ Во компаниите се претпоставува дека потрошувачката на ЕЕ е поголема
- ❑ Генерираната ЕЕ не се предава на мрежа
- ❑ ...се користи само за задоволување на сопствената потрошувачка
- ❑ Потребна е опстојна анализа на дијаграмот на потрошувачката



ФВ СИСТЕМИ ЗА СОПСТВЕНА ПОТРОШУВАЧКА СО АКУМУЛИРАЊЕ НА ЕЕ

- ❑ Со примена на акумулатори на ЕЕ може да се зголеми инсталираниот капацитет на ФВ системите
- ❑ Системот за акумулирањето на ЕЕ ги зголемува трошоците
- ❑ Актуелна проблематика
- ❑ За поширока примена е потребно да постои поддршка



ПРИДОБИВКИ ОД ИНСТАЛИРАЊЕ НА ФВ СИСТЕМИ ВО КОМПАНИИ

- ☐ Намалување на сметките за ЕЕ за:
активна и реактивна енергија, како
и за врвна моќност и мрежарина
- ☐ Регулација на напонот во
дистрибутивната мрежа, преку
генерирање на реактивна енергија
- ☐ Зголемување на доверливоста при
снабдувањето на локалните и
блиските потрошувачи
- ☐ Подобрување на имиџот на
компаниите
- ☐ Заштедите (од намалена
потрошувачка на енергија и др.) се
инвестиција со најмал ризик



ЗАКЛУЧОЦИ

- За позначајно зголемување на уделот на ФВ системи потребно е **проширување на квотите** за повластени тарифи
- За да се постигне исплатливост на ФВ системи што се користат во домаќинствата, потребно е **овозможување на размена** на ЕЕ
- Кај компаниите да се поттикне примената на ФВ системите за делумно **задоволување на сопствената потрошувачка** на ЕЕ
- Потребно е прилагодување на регулативата и крајно олеснета, брза и евтина постапка
- Зголемен вкупен процент на системите за ОИЕ во РМ, без или со незначително дополнителни финансиски обврски
- Намалување на емисијата на стакленички гасови
- Можност за нови бизниси и нови вработувања



ddimitar@feit.ukim.edu.mk