

# WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE

25.02.2014

## Wstęp do fotowoltaiki

Dr inż. Janusz Teneta

Wydział EAIIB

Katedra Automatyki i Inżynierii Biomedycznej

E-mail: romus@agh.edu.pl



Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C-2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.



25.02.2014

# WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE

## Energia słoneczna



Właściwie o jakich ilościach  
dostępnej energii  
słonecznej mówimy?



Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C-2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.



25.02.2014

# WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



**centrum**  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych



**Wiatr**  
870 TW



**Geotermia**  
32 TW



**Zapotrzebowanie**  
15 TW



**Wodna**  
7.2 TW

## Potencjał OZE na Ziemi

0,018%

1,7%

47%

208%

Źródło: Wikipedia, Energy flow charts . Global Climate & Energy Project.

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 436 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.



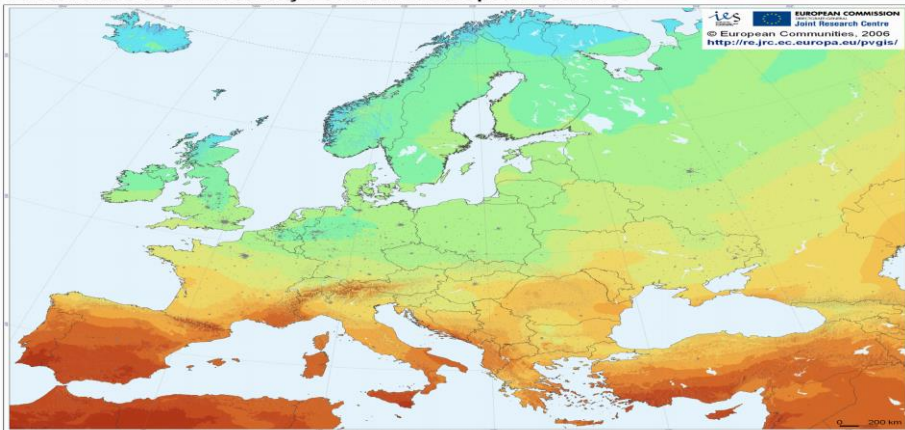
25.02.2014

# WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



**centrum**  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Photovoltaic Solar Electricity Potential in European Countries



Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 436 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.



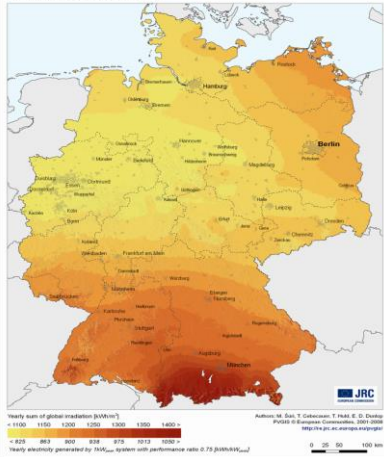
25.02.2014

# WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE

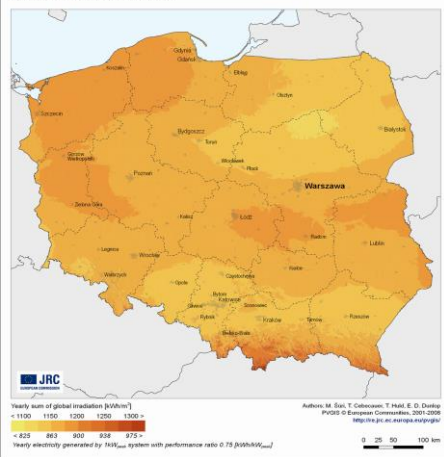


**centrum**  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

Global irradiation and solar electricity potential  
Optimally-inclined photovoltaic modules **Germany**



Global irradiation and solar electricity potential  
Optimally-inclined photovoltaic modules **Poland**



Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30-059 Kraków  
 budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

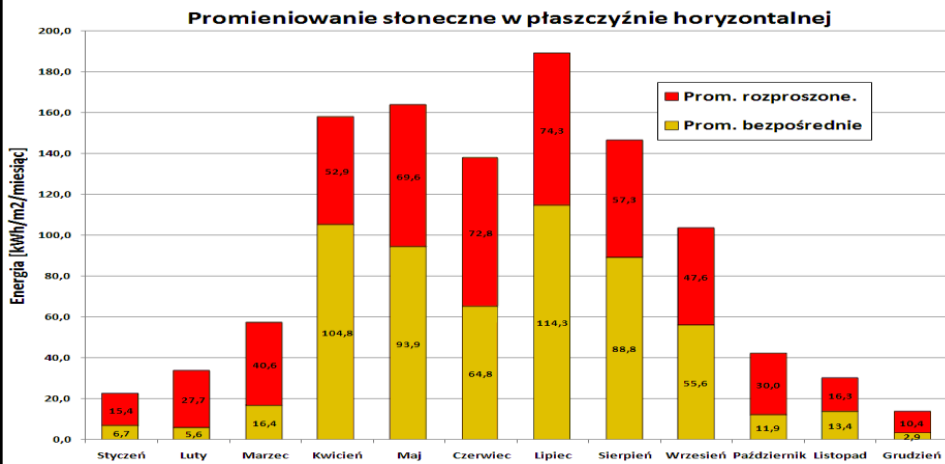


25.02.2014

# WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



**centrum**  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych



Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30-059 Kraków  
 budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.



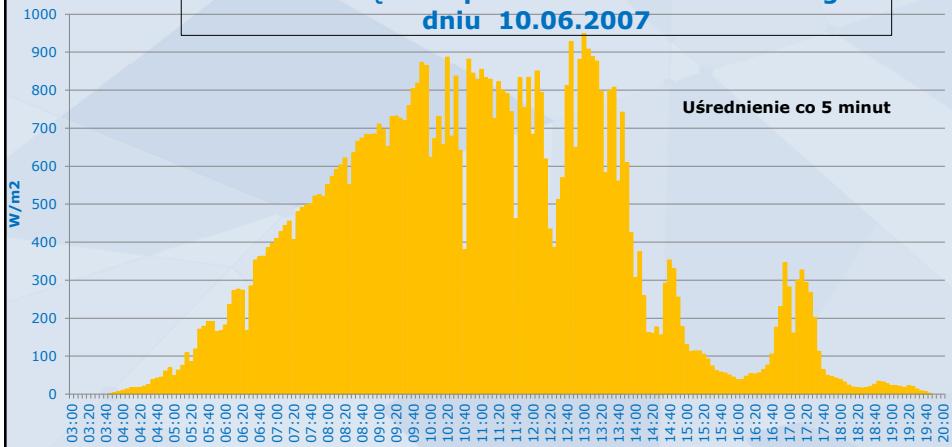
25.02.2014

# WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



**centrum**  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Chwilowe natężenie promieniowania słonecznego w dniu 10.06.2007



Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30-059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.



25.02.2014

# WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



**centrum**  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Bateria słoneczna (panel fotowoltaiczny)



Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30-059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.



25.02.2014

# WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

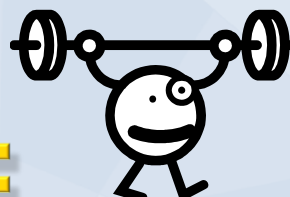
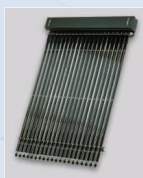
## Sprawność przetwarzania energii słonecznej

Bateria słoneczna (panel fotowoltaiczny)



~18 %

Kolektor słoneczny



do 80 %

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

9



25.02.2014

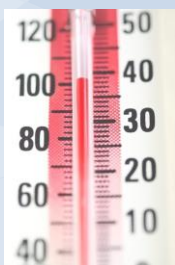
# WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



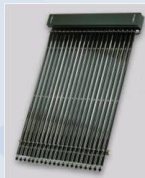
centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Wrażliwość na wzrost temperatury

Bateria słoneczna (panel fotowoltaiczny)



Kolektor słoneczny



Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

10



25.02.2014

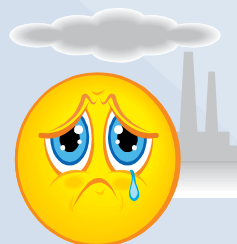
WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

# Wrażliwość na zacinienie (nawet częściowe)

Bateria słoneczna  
(panel fotowoltaiczny)



Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica ul. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 436 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

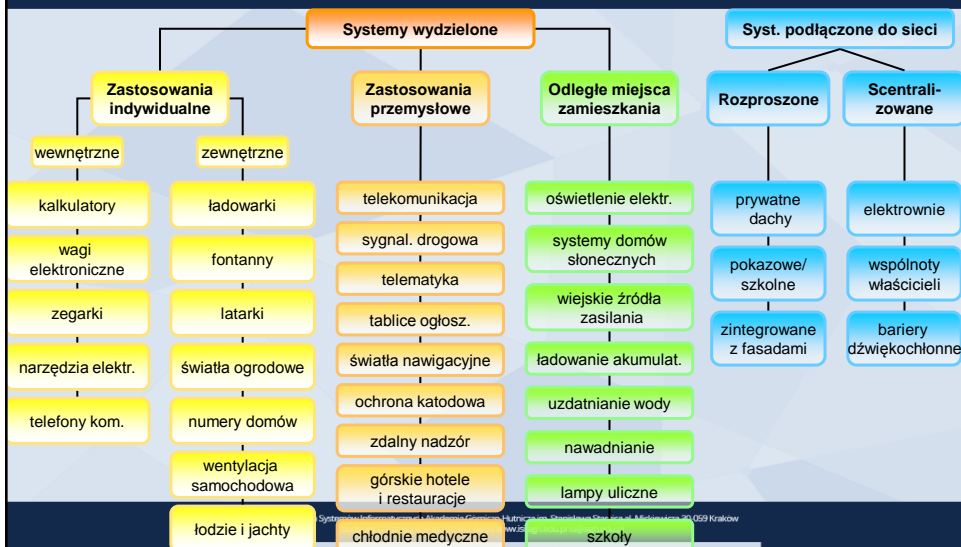


25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.



25.02.2014

# WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



## Moc zainstalowana w różnych typach systemów fotowoltaicznych

**Off-Grid** ~ 1,9%  
(wyspowe, autonomiczne)

**Grid Connected** ~ 98,1%  
(współpracujące z siecią)

Źródło: IEA International Energy Agency, Trends in Photovoltaic Applications Report 1992 and 2011

Table 1 - Reported PV power capacity in participating IEA PVPS countries as of the end of 2011

Country	Cumulative off-grid PV capacity* (MW)		Cumulative grid-connected PV capacity (MW)		Cumulative installed PV power (MW)	Cumulative installed per capita (W/Capita)	PV power installed during 2011 (MW)	Grid-connected PV power installed during 2011 (MW)
	domestic	non-domestic	distributed	centralized				
AUS	101,8	62	1236,8	7,4	1407,9	62,1	937	761
AUT	4,5		182,7		187,2	22,1	91,7	91
BEL					2000	182,6	963	963
CAN	23,3	37,7	131,6	366,1	556,7	16,0	277,6	276,7
CHE	4,4		204,1	2,6	211,1	26,5	100,2	100
CHN	81,8	36,3	774	2391,9	3300	2,4	2500	2485
DEU			24620		24620	303,2	7500	7500
DNK	0,3	0,6	15,9	0	16,7	3,0	9,7	9,6
ESP					4260	92,0	345	345
FRA	29,4		2289	613	2831,4	43,3	1634,1	1634
GBR					976	15,7	899	899
IBR	3,5	0,3	196	0	199,7	24,1	119,6	119,4
ITA		10	4206,7	8584,2	12802,9	210,5	9384,6	9303,6
JPN	5,5	97,7	4741,5	69,2	4913,9	36,5	1298,8	1291,3
KOR	1	5	177,3	629	812,3	16,7	156,7	156,7
MEX	27,4		7,7	2	37,1	0,3	6,5	4,5
MYS	11		2,5		13,5	0,3	0,9	0,9
NLD	5,4		126		131,4	7,9	43	43
NOR					9	1,8	21	21
PRT	3,2		140,4		143,6	13,6	12,8	12,7
SWE	5,7	0,8	8,87	0,4	15,8	1,7	4,3	3,6
TUR					7	0,1	1	1
USA			2828	1137	3966	12,6	1867	1867
Estimated totals for all IEA PVPS countries (MW)	1190		62421		63611		27970	27869

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.is.agh.edu.pl is@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.



25.02.2014

# WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



## Systemy mikromocowe



źródło: różne informacje handlowe (DIY TRADE, DSnumbers, alibaba.com, www.wholesale.com)

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.is.agh.edu.pl is@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Komercyjne systemy autonomiczne (hybrydowe)



Źródło : <http://www.solani.it>



Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 436 tel.: 12 617 44 53 [www.isi.agh.edu.pl](http://www.isi.agh.edu.pl) [isi@agh.edu.pl](mailto:isi@agh.edu.pl)



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

15



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Sygnalizacja drogowa, kolejowa i morska



źródło: różne informacje handlowe (SEALITEUSA, ELTEC, WWW.Solar-LED-Lights.cn, OkSolar, Affordable Solar)

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 436 tel.: 12 617 44 53 [www.isi.agh.edu.pl](http://www.isi.agh.edu.pl) [isi@agh.edu.pl](mailto:isi@agh.edu.pl)



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

16





25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Realizacja zasilania w miejscach bez dostępu do sieci



Refuge de Tete Rousse  
3100 n.p.m



The Rappenecker Hof  
<http://idw-online.de/pages/en/image8360>

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 [www.isi.agh.edu.pl](http://www.isi.agh.edu.pl) [isi@agh.edu.pl](mailto:isi@agh.edu.pl)



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

17



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Systemy oświetleniowe



Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 [www.isi.agh.edu.pl](http://www.isi.agh.edu.pl) [isi@agh.edu.pl](mailto:isi@agh.edu.pl)



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

18



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Systemy oświetleniowe



Ross Lovegrove Solar Trees in Vienna  
<http://inhabitat.com>



Solar Powered Bus Shelter Unveiled in San Francisco  
<http://inhabitat.com>



Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica ul. Mickiewicza 30-059 Kraków  
budynek C2 pokój 436 tel.: 12 617 44 53 [www.isi.agh.edu.pl](http://www.isi.agh.edu.pl) [isi@agh.edu.pl](mailto:isi@agh.edu.pl)



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

19



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Fotowoltaika zainstalowana na dachach budynków mieszkalnych



BAPV  
(doinstalowana do dachu)



BIPV  
(zintegrowana z dachem)

źródło: <http://sinovoltaics.com>

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica ul. Mickiewicza 30-059 Kraków  
budynek C2 pokój 436 tel.: 12 617 44 53 [www.isi.agh.edu.pl](http://www.isi.agh.edu.pl) [isi@agh.edu.pl](mailto:isi@agh.edu.pl)



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

20



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Fotowoltaika zintegrowana z budynkami (BIPV)

źródło: Fraunhofer ISE



Elementy fasady budynku  
wykonane z baterii słonecznych

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

21



25.02.2014

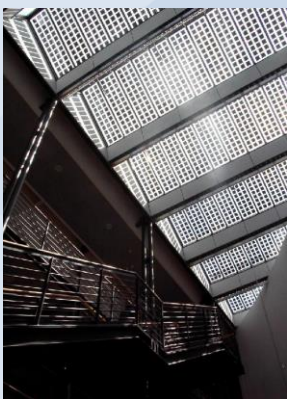
WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Fotowoltaika zintegrowana z budynkami (BIPV)

źródło: Fraunhofer ISE



Pokrycia dachowe wykonane z baterii słonecznych

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

22



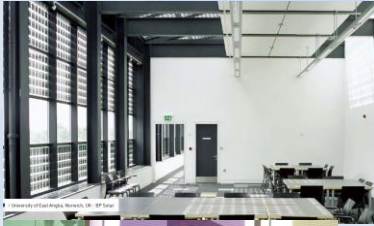
25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Fotowoltaika zintegrowana z budynkami (BIPV)



[http://www.gipv.de/BIPV\\_Brochure.pdf](http://www.gipv.de/BIPV_Brochure.pdf)



Eden Project, Cornwall, UK <http://www.sharpmanufacturing.co.uk>

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 436 tel.: 12 617 44 53 [www.isi.agh.edu.pl](http://www.isi.agh.edu.pl) [isi@agh.edu.pl](mailto:isi@agh.edu.pl)



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

23



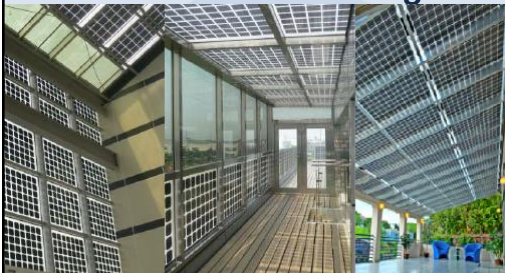
25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Fotowoltaika zintegrowana z budynkami (BIPV)



źródło: Sugan Solar System Solutions,

Źródło: <http://www.treehugger.com/solar-technology>

Elementy budynków mieszkalnych  
wykonane z przepuszczających światło  
paneli fotowoltaicznych



Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 436 tel.: 12 617 44 53 [www.isi.agh.edu.pl](http://www.isi.agh.edu.pl) [isi@agh.edu.pl](mailto:isi@agh.edu.pl)



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

24



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Fotowoltaika zintegrowana z budynkami (BIPV)



źródło: PV ezRack

Panele fotowoltaiczne stanowią część pokrycia dachowego

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

25



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Fotowoltaika zintegrowana z budynkami (BIPV)



źródło: SOLÉ Solar Power Tile

Dachówki fotowoltaiczne



źródło: www.scientificamerican.com



źródło: Stellar Energy Contrac

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

26



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Fotowoltaika doinstalowywana do budynków (BAPV)



Fotowoltaiczny system zaciemniowy (markiza)  
AGH Budynek C-3

źródło: SMA <http://www.smapictures.com>

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C-2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 [www.isi.agh.edu.pl](http://www.isi.agh.edu.pl) [isi@agh.edu.pl](mailto:isi@agh.edu.pl)



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

27



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Komercyjne elektrownie fotowoltaiczne



Yuma County, Arizona USA  
Agua Caliente Solar Project 247MWp (397MWp)

<http://www.YumaSun.com/>



Hokuto-City, Japan 1,2MWp

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C-2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 [www.isi.agh.edu.pl](http://www.isi.agh.edu.pl) [isi@agh.edu.pl](mailto:isi@agh.edu.pl)



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

28



25.02.2014

# WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



**centrum**  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

**Pierwsza w Polsce farma fotowoltaiczna o mocy 1,0 MWp w Wierchosławicach została uruchomiona w dniu 30.09.2011 r.**



Fot. Archiwum GEORYT Krzysztof Witkowski

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30-059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

29



25.02.2014

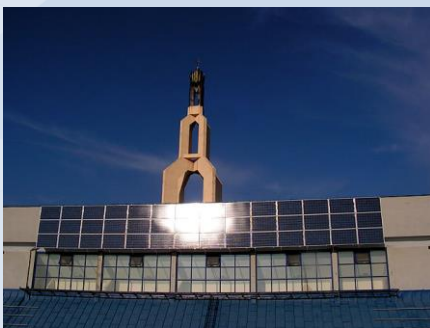
# WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



**centrum**  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Przykład BAPV w Jaworznie

Sanktuarium Matki Bożej  
Nieustającej Pomocy



**kwiecień 2011**

źródło: [www.diecezjasosnowiec.pl](http://www.diecezjasosnowiec.pl) Agnieszka Lorek

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30-059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

30



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Przykład BAPV w Łodzi

Wojewódzki Specjalistyczny Szpital im. dr Wł. Biegańskiego



Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

31



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Elementy systemu fotowoltaicznego

### Moduł(y) fotowoltaiczne

- Stanowią generator energii elektrycznej
- Łączy się je w pola fotowoltaiczne
- Montowane są na konstrukcjach wsporczych zapewniających odpowiednie kąty ustawienia oraz wytrzymałość mechaniczną



zdjęcie: Kyocera – materiały handlowe

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

32





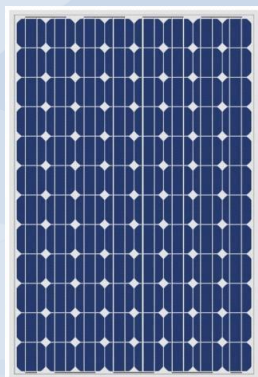
25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Rodzaje paneli PV - krzem monokrystaliczny



źródło : <http://www.ecvv.com> , <http://ledprince.in/ledprince>

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 [www.isi.agh.edu.pl](http://www.isi.agh.edu.pl) [isi@agh.edu.pl](mailto:isi@agh.edu.pl)



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

33



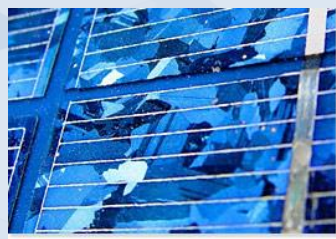
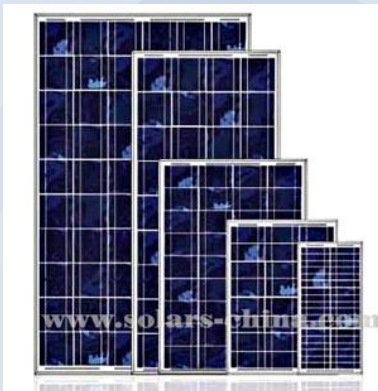
25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Rodzaje paneli PV - krzem multikrystaliczny



źródło : <http://www.solars-china.com>, <http://www.sunlightelectric.com>

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 [www.isi.agh.edu.pl](http://www.isi.agh.edu.pl) [isi@agh.edu.pl](mailto:isi@agh.edu.pl)



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

34



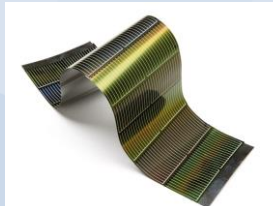
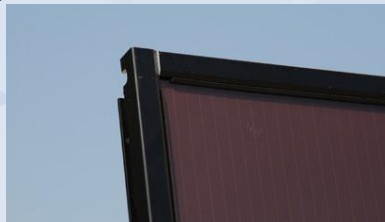
25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Rodzaje paneli PV moduły cienkowarstwowe



źródło : First Solar Agua Caliente Arizona USA  
<http://www.made-in-china.com>,  
<http://www.brijfootcare.in/solar-technologies>

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 436 tel.: 12 617 44 53 [www.isi.agh.edu.pl](http://www.isi.agh.edu.pl) [isi@agh.edu.pl](mailto:isi@agh.edu.pl)



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

35



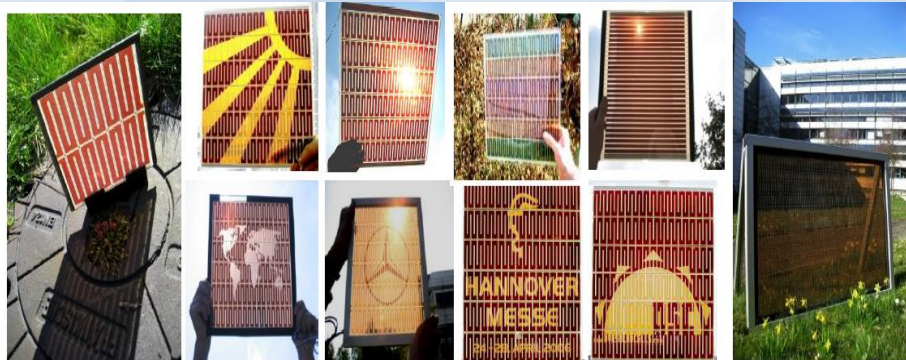
25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Barwnikowy moduł fotowoltaiczny



Źródło: K. Biatacka, Fraunhofer ISE, Freiburg

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 436 tel.: 12 617 44 53 [www.isi.agh.edu.pl](http://www.isi.agh.edu.pl) [isi@agh.edu.pl](mailto:isi@agh.edu.pl)



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

36



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Elementy systemu fotowoltaicznego

### Regulator ładowania (charge –controller)

- Decyduje o rozptywie energii w autonomicznym systemie PV
- Nadzoruje proces ładowania/rozładowania akumulatora
- Wizualizuje stan pracy systemu
- Inne funkcje (włłącznik zmierzchowy, włłącznik generatora pomocniczego)



zdjęcia: Steca Elektronik GmbH

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30-059 Kraków  
budynek C-2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

37



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Elementy systemu fotowoltaicznego

### Akumulator(y)

- Ma zgromadzić zapas energii niezbędny do zapewnienia wymaganej autonomii wydzielonego systemu PV
- Najczęściej wykorzystuje się kwasowo- ołowiowe akumulatory z elektrolitem w postaci żelu
- Magazyn energii buduje się poprzez szeregowo-równoległe łączenie akumulatorów o napięciu 2V, 6V lub 12V
- Pomieszczenie akumulatorowni wymaga wietrzenia



zdjęcia: www.Sonnenschein.org

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30-059 Kraków  
budynek C-2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

38



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Elementy systemu fotowoltaicznego

### Falownik (inverter)

- Zamienia napięcie stałe z modułów PV na napięcie przemienną o parametrach sieciowych
- Może posiadać izolację DC/AC (transformator) lub nie.
- Typy falowników:
  - Wyspowy (off-grid)
  - Współpracujący z siecią (on-grid)
  - Jednofazowy
  - Trójfazowy
- Zakres mocy falowników od 150W do 20kW
- Falowniki centralne o mocach od 100 do 800kW



zdjęcia: SMA Solar Technology AG

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

39



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE

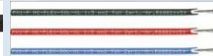


centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Elementy systemu fotowoltaicznego

### Przewody i złącza

- Mają zapewnić bezawaryjną pracę systemu przez ponad 20 lat.
- Muszą być odporne na zmienne warunki pogodowe.
- Muszą posiadać zabezpieczenia przed przypadkowym rozłączeniem
- Najpopularniejsze standardy złącz:
  - MultiContact **MC3** i **MC4**
  - PhoenixContact **Sunclix**
- Przewody solarne – elastyczne (linka), odporne na działanie UV i wysokiego napięcia (min. 1000 V)
  - Przykłady: IBC Flexisun, Helukabel Solarflex-X, MultiContact Flex-Sol



Zdjęcia: MultiContact, PhoenixContact, IBC, Helukabel

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

40



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Elementy systemu fotowoltaicznego

### Konstrukcja wsporcza

- Stalowa lub aluminiowa konstrukcja łącząca moduły fotowoltaiczne z budynkiem (dach, fasada) lub podłożem ziemnym.
- Ma zapewnić odpowiednie kąty ustawienia modułów PV oraz odporność na podmuchy wiatru.
- Tak jak ramy modułów oraz wszystkie metalowe obudowy urządzeń użytych do budowy systemu PV konstrukcja wsporcza musi być uziemiona.
- Spotyka się najróżniejsze sposoby łączna konstrukcji wsporczej z bryłą budynku lub podłożem (stawianie, przykręcanie, wbijanie montaż na betonowych fundamentach).



Zdjęcia: inhabitat.com, Schletter Inc, www.ground-screw.com

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

41



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Monitoring

- Monitoring pogody  
Dzięki niemu uzyskujemy informacje o chwilowych wartościach przetwarzanej energii promieniowania słonecznego oraz o warunkach pracy systemu PV (np. temperatura powietrza). Odpowiedni zbiór danych pozwala na przeprowadzanie wiarygodnych analiz i symulacji komputerowych.
- Monitoring energetyczny  
Gromadzi informacje o parametrach elektrycznych systemu PV (stało- i zmiennoprądowych). Pozwala na kontrolę pracy systemu, wykrywanie sytuacji awaryjnych oraz analizę statystyczną.
- Porównanie danych z monitoringu pogodowego i energetycznego umożliwia ocenę sprawności całego systemu PV oraz wykrywanie nietypowych uszkodzeń.

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

42



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Monitoring pogody

- Minimum
  - ✓ Całkowite promieniowanie słoneczne w płaszczyźnie horyzontalnej
  - ✓ Temperatura otoczenia
  
- Optimum
  - ✓ Całkowite promieniowanie słoneczne w płaszczyźnie horyzontalnej
  - ✓ Rozproszone promieniowanie słoneczne w płaszczyźnie horyzontalnej
  - ✓ Całkowite promieniowanie słoneczne w płaszczyźnie modułów PV
  - ✓ Temperatura otoczenia (powietrza)
  - ✓ Temperatura modułów PV
  - ✓ Ciśnienie atmosferyczne



ul. Dr. inż. i Inżyniera Systemów Informatycznych Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

43



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Standard Test Conditions (STC)

- Natężenie promieniowania słonecznego: 1000 [W/m<sup>2</sup>]
- Widmo promieniowania słonecznego: AM=1.5
- Temperatura pracy modułu: 25°C

### Dla warunków STC

podaje się następujące parametry modułu:

- moc znamionową
- sprawność
- napięcie układu otwartego (bez obciążenia)
- prąd zwarciovowy modułu
- optymalny punkt pracy (napięcie i prąd, przy których uzyskuje się z modułu moc znamionową [Wp] )

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

44



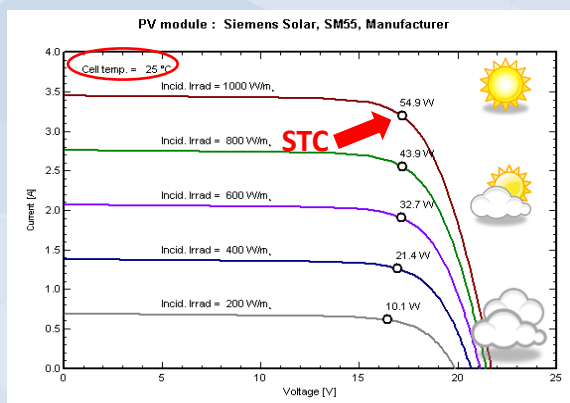
25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Charakterystyka I/V modułu fotowoltaicznego



Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

45



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Normal (Nominal) Operating Cell Temperature NOCT

- Natężenie promieniowania słonecznego: **800 [W/m<sup>2</sup>]**
- Widmo promieniowania słonecznego: **AM=1.5**
- Temperatura pracy modułu: **47-49°C**  
temperatura jaką osiąga moduł przy oświetleniu 800W/m<sup>2</sup>, przy temperaturze powietrza 20°C i wietrze wiejącym z prędkością 1 m/s.

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

46



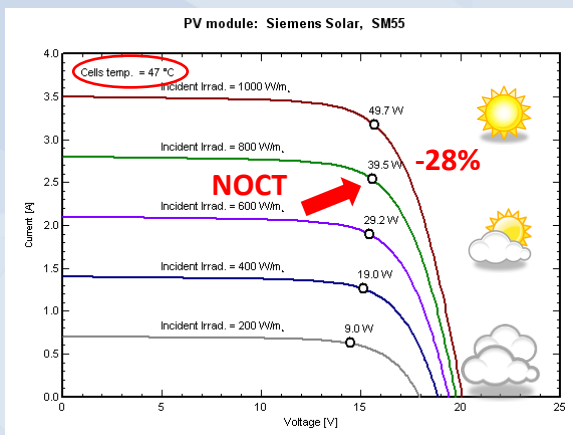
25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Normal (Nominal) Operating Cell Temperature NOCT



Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30-059 Kraków  
budynek C-2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

47



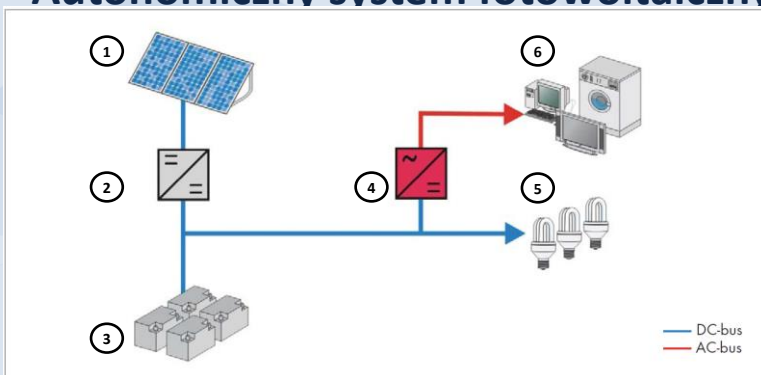
25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Autonomiczny system fotowoltaiczny



1. Generator fotowoltaiczny
2. Regulator ładowania
3. Bank akumulatorów
4. Autonomiczny falownik
5. Odbiorniki stałoprądowe
6. Odbiorniki zmiennoprądowe

Źródło: SMA TechnologyCompendium2

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30-059 Kraków  
budynek C-2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

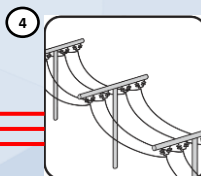
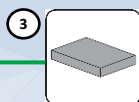
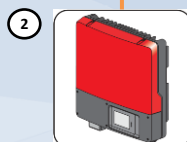
48





25.02.2014

# WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



## Sieciowe systemy fotowoltaiczne

Źródło: SMA SYSTEM SOLUTIONS

1. Generator fotowoltaiczny
2. Jednofazowy falownik sieciowy z regulacją mocy
3. Urządzenia sterujące i komunikacyjne
4. Publiczna sieć elektroenergetyczna



Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



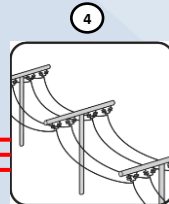
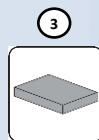
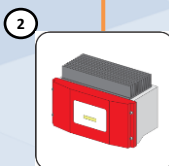
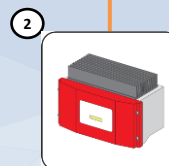
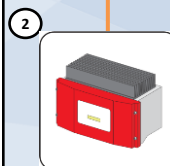
Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

49



25.02.2014

# WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



## Sieciowe systemy fotowoltaiczne

Źródło: SMA SYSTEM SOLUTIONS

1. Generator fotowoltaiczny
2. Jednofazowy falownik sieciowy
3. Urządzenia sterujące i komunikacyjne
4. Publiczna sieć elektroenergetyczna
5. Wyłącznik (zdalnie sterowany)



Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

50

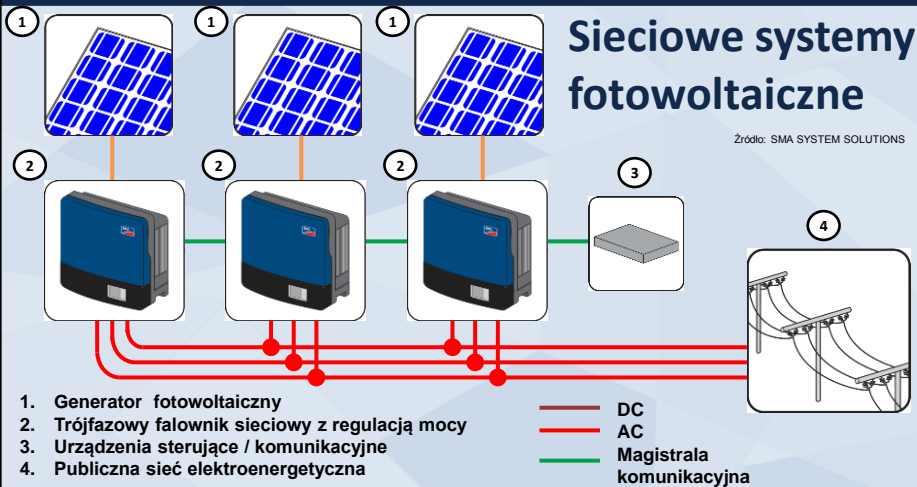


25.02.2014

# WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych



Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

51



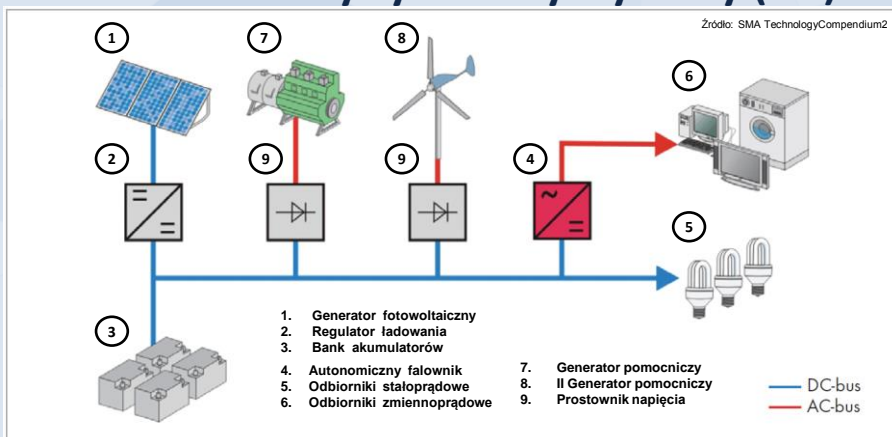
25.02.2014

# WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Autonomiczny system hybrydowy (DC)



Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

52



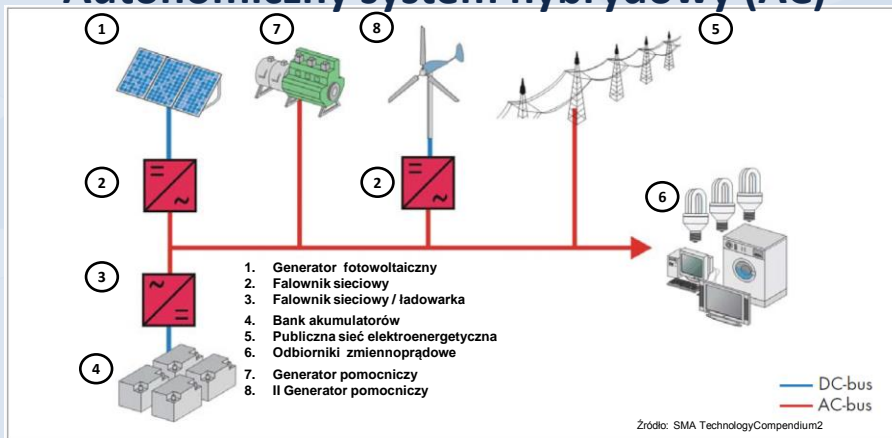
25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Autonomiczny system hybrydowy (AC)



Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

53



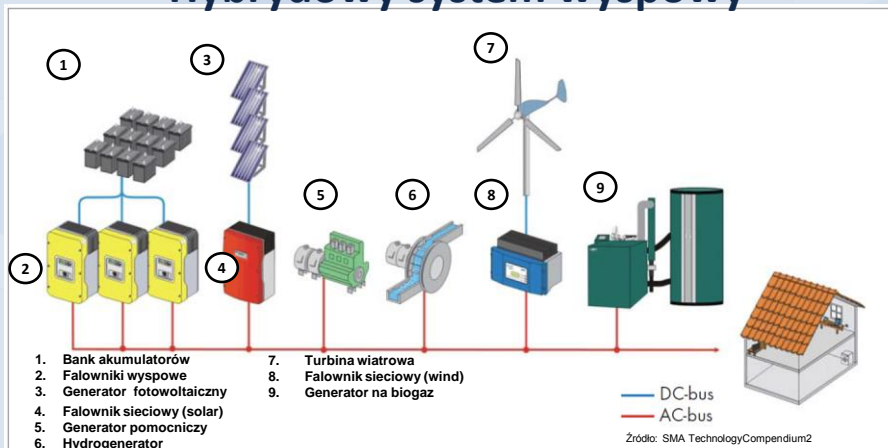
25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Hybrydowy system wyspowy



Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

54



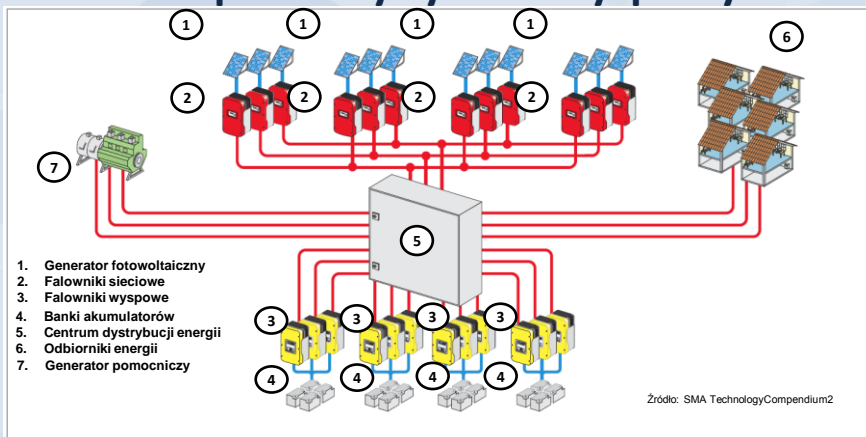
25.02.2014

# WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



**centrum**  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Rozproszony system wyspowy



Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.



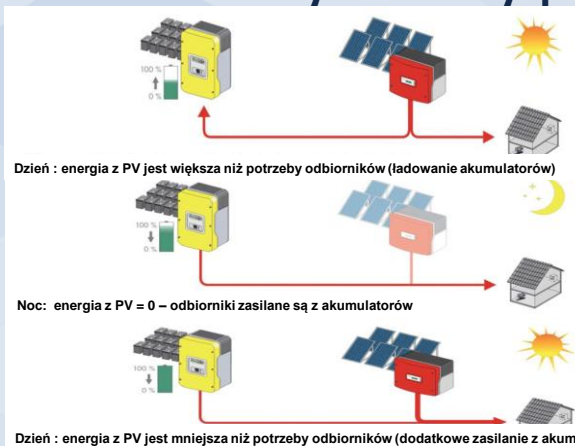
25.02.2014

# WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



**centrum**  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Zasada działania systemu wyspowego



Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.



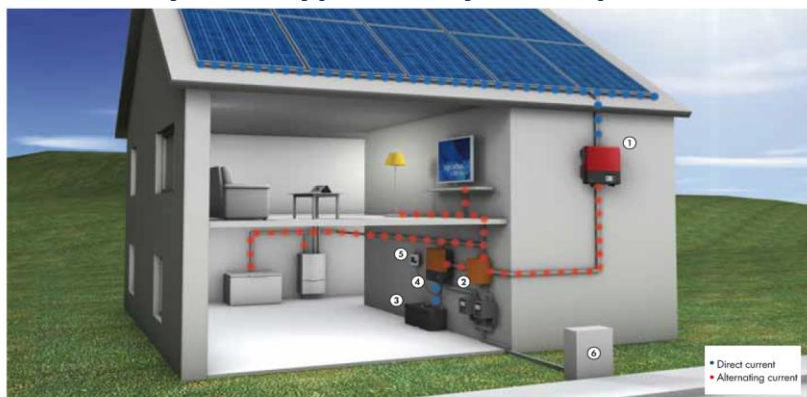
25.02.2014

# WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## System typu Sunny Backup



Components: 1. Sunny Boy PV inverter, 2. Sunny Backup automatic transfer switch, 3. Sunny Backup battery set, 4. Sunny Backup 2200, 5. Sunny Remote Control, 6. Grid connection

Źródło: SMA materiały promocyjne

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

57



25.02.2014

# WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Dane pomiarowe - fasada PV C3 AGH 1,92kWp



Azymut 20°W, pochylenie 60°

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

58



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



Centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Dane pomiarowe - fasada PV C3 AGH 1,92kWp

	Średnia	2007	2008	2009	2010	2011	2007/śred.	2008/śred.	2009/śred.	2010/śred.	2011/śred.
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Styczeń	34.4	33.5	41.0	33.1	28.7	35.6	-2.5	19.3	-3.8	-16.6	3.5
Luty	61.1	44.1	66.4	42.8	67.7	84.6	-27.8	8.6	-30.0	10.8	38.4
Marzec	129.8	134.9	134.7	80.2	130.3	169.0	3.9	3.7	-38.2	0.4	30.2
Kwiecień	172.3	194.0	136.9	233.1	150.8	146.8	12.6	-20.6	35.3	-12.5	-14.8
Maj	159.6	178.6	157.4	178.0	89.8	194.5	11.9	-1.4	11.5	-43.8	21.8
Czerwiec	149.7	165.4	160.6	134.5	143.3	144.7	10.5	7.3	-10.1	-4.3	-3.3
Lipiec	163.7	186.6	159.1	196.6	155.0	121.2	14.0	-2.8	20.1	-5.3	-25.9
Sierpień	177.3	164.0	181.4	191.5	157.1	192.6	-7.5	2.3	8.0	-11.4	8.6
Wrzesień	138.2	136.3	111.9	154.6	114.8	173.3	-1.4	-19.0	11.9	-16.9	25.4
Październik	98.5	86.0	109.7	59.0	144.0	93.8	-12.7	11.4	-40.1	46.2	-4.7
Listopad	54.0	34.8	45.8	65.3	53.1	71.0	-35.6	-15.2	21.0	-1.6	31.5
Grudzień	21.5	23.9	29.4	12.2	20.0	21.9	11.4	36.8	-43.2	-6.8	1.8
<b>Cały rok</b>	<b>1360.0</b>	<b>1381.8</b>	<b>1334.1</b>	<b>1380.9</b>	<b>1254.5</b>	<b>1448.9</b>	<b>1.6</b>	<b>-1.9</b>	<b>1.5</b>	<b>-7.8</b>	<b>6.5</b>
<b>Lato</b> [%]	<b>70.6</b>	<b>74.2</b>	<b>68.0</b>	<b>78.8</b>	<b>64.6</b>	<b>67.2</b>	<b>708,3 kWh/kWp</b>				
<b>Zima</b> [%]	<b>29.4</b>	<b>25.8</b>	<b>32.0</b>	<b>21.2</b>	<b>35.4</b>	<b>32.8</b>					

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

59



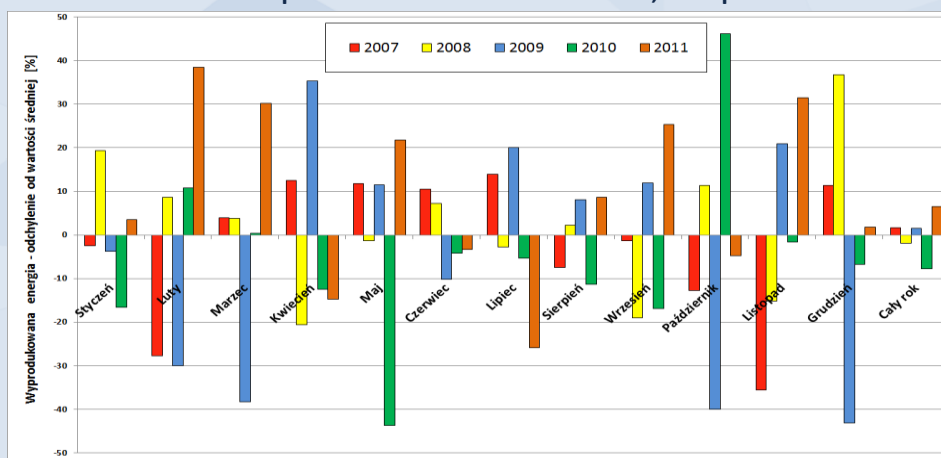
25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



Centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Dane pomiarowe - fasada PV C3 AGH 1,92kWp



Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

60



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Zalety fotowoltaiki

- Nie emituje zanieczyszczeń
- Nie wytwarza hałasu
- Nie generuje wibracji
- Nie ingeruje w środowisko i przestrzeń
- Łatwo ją zintegrować z budynkami
- Gwarancja parametrów paneli PV na 25 lat



Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

61



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Fotowoltaika a ekologia

System fotowoltaiczny\* o mocy **1kWp** zainstalowany  
w Polsce jest w stanie wyprodukować **rocznie**  
od **850 do 950 kWh** energii elektrycznej

\* System stacjonarny w optymalnym ułożeniu i w warunkach czystego horyzontu  
**Wielkości emisji zanieczyszczeń w roku 2012 w wyniku spalania paliw w Elektrowni  
Bełchatów dla bloków 1-12**

	Emisja całkowita przypadająca na produkcję energii elektrycznej brutto	Emisja jednostkowa z produkcji energii elektrycznej	Emisja jednostkowa z produkcji energii cieplej
jednostki	kg/MWh	kg/MWh	kg/GJ
SO <sub>2</sub>	2,839	2,849	0,128
NO <sub>x</sub>	1,346	1,347	0,105
pył	0,044	0,045	0,003
CO	0,332	0,333	0,014
CO <sub>2</sub>	1084	1071	77,07

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

62



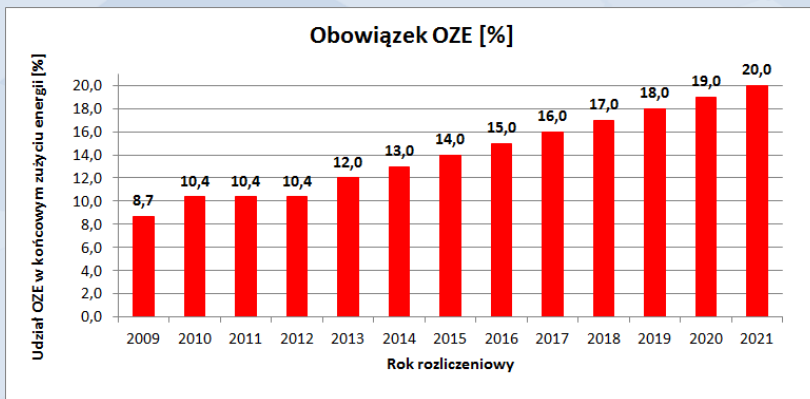
25.02.2014

# WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Udział OZE w sprzedaży energii odbiorcy końcowemu



Źródło: Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 18 października 2012 r. (DZ. Ust. z 2012 poz. 1229)

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

63



25.02.2014

# WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## EPIA PV MARKET REPORT 2012

	Cumulative installed capacity in 2012	NREAPs' 2020 target for PV	Necessary yearly market until 2020	Target reached in...	Market in 2011	Market in 2012
Austria	418	322	n/a	reached in 2012	92	230
Belgium	2,650	1,340	n/a	reached in 2011	996	599
Bulgaria	908			012	105	767
Czech Republic	2,072			010	6	113
Denmark	394			010	10	378
France	4,003				1,758	1,079
Germany	32,411				7,485	7,604
Greece	1,536				426	912
Hungary	4				2.5	n/a
Italy	16,361			011	9,454	3,438
Netherlands	266				58	125
Poland	7			012	1	4
Portugal	244				47	49
Romania	30				1,6	26
Slovakia	523			011	321	15
Slovenia	198			012	46	117
Spain	5,166				472	276
Sweden	19			011	4	8
United Kingdom	1,829	2,650	106.4	2013-2014	813	925
Rest of EU 27*	62	360	37.3	2016-2020	22	7
<b>Total EU 27</b>	<b>69,100</b>	<b>84,381</b>	<b>1910.12</b>	<b>2013-2014</b>	<b>22,117</b>	<b>16,672</b>

**POLSKA**  
**17 instalacji**  
**1.9 MW**  
Dane URE

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

64





25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Znane bariery rozwoju fotowoltaiki w Polsce

- Zagadnienia ekonomiczne
- Zagadnienia formalno-prawne



Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30-059 Kraków  
budynek C-2 pokój 436 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

65



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Ekonomiczne bariery rozwoju fotowoltaiki w Polsce

- Wysokie koszty budowy systemów PV
- Nieefektywny system rozliczeń za produkowaną energię elektryczną (traktujący na równi wszystkie OZE bez względu na rodzaj i moc instalacji oraz dyskryminujący prosumentów)



Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30-059 Kraków  
budynek C-2 pokój 436 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

66



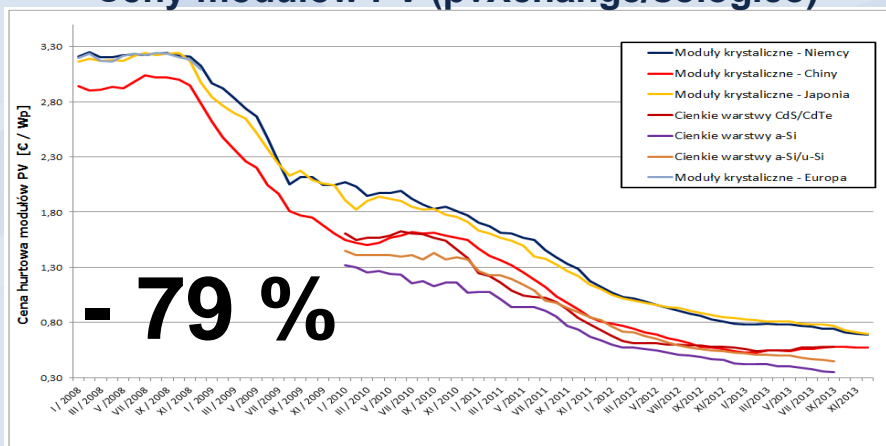
25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Ceny modułów PV (pvXchange/sologico)



Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 436 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

67



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Sposoby rozliczeń za energię z OZE

- **Feed in Tariff** – (taryfa stała) preferencyjne ceny zakupu energii produkowanej ze źródeł odnawialnych, z gwarancją ceny minimalnej na okres 15-25 lat.
- **„Zielone Certyfikaty”** – rozdzielanie przychodów za produkcję energii z OZE na opłatę za samą energię i opłatę za „świadectwo pochodzenia” jako prawo majątkowe o charakterze giełdowym

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 436 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

68



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Cele systemu FiT (Feed-in Tariff)

- Zagwarantowanie opłacalnej ceny skupu energii z OZE przez okres 15-25 lat
- Zapewnienie równomiernego rozwoju OZE w każdej fazie rozwoju rynku
- Doprowadzenie do zrównania cen energii z OZE i źródeł konwencjonalnych (Grid Parity)
- Wpływanie na rozwój konkretnych typów instalacji
- Dopasowanie stawek do warunków pogodowych (nasłonecznienie, wiatr)

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

69



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Cechy systemu FiT

- Możliwość racjonalnego oszacowania opłacalności konkretnej inwestycji
- Automatyczna (lub określana okresowo) obniżka stawek dla nowych instalacji powstających w kolejnych latach
- System jest samofinansujący – środki na FiT pobierane są od wszystkich odbiorców energii w postaci stałej składki (kilka EC /kWh)
- Możliwość całkowitego rozregulowania rynku w przypadku źle dobranych stawek.

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

70



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Cele systemu „zielonych certyfikatów”

- Promowanie („nagradzanie”) produkcji energii elektrycznej (lub elektrycznej i ciepłej) ze źródeł odnawialnych
- Umożliwienie swobodnego handlu prawami majątkowymi - certyfikatami pochodzenia energii.

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

71



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Cechy systemu „zielonych certyfikatów”

- Duża wrażliwość na decyzje polityczne
- Brak gwarancji minimalnej ceny skupu energii w dłuższym okresie czasu
- Wahania wartości „zielonych certyfikatów” w notowaniach giełdowych

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

72



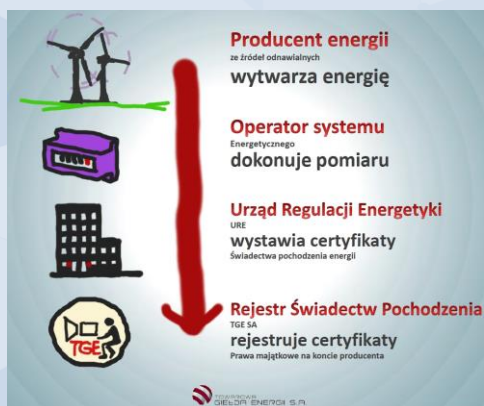
25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Jak działa system zielonych certyfikatów?



źródło: M.Szałas, Towarowa  
Giełda Energii, prezentacja:  
„Certyfikaty energetyczne.  
Jak zarobić na zielonej Energii?”.

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C-2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

73



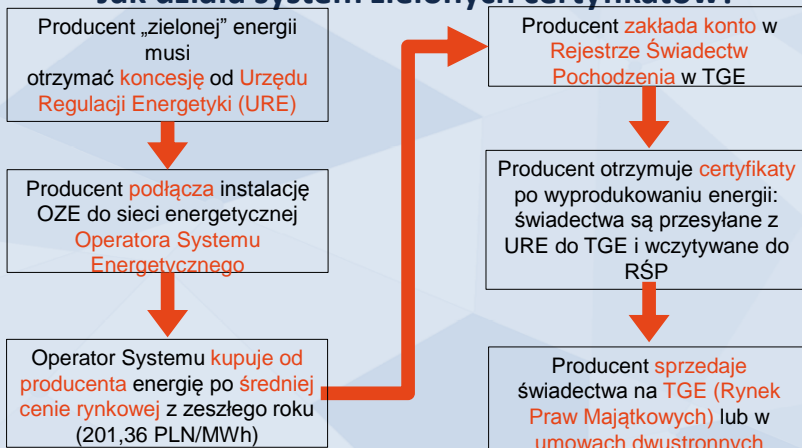
25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Jak działa system zielonych certyfikatów?



Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C-2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

74



25.02.2014

# WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



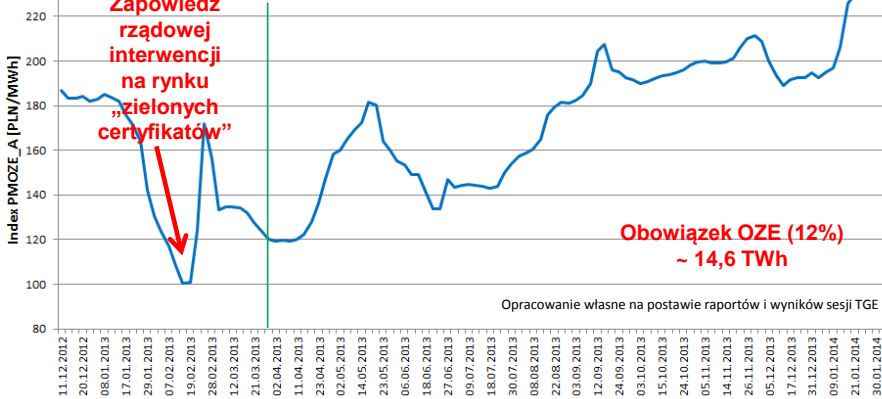
Nieumorzone certyfikaty ~ 8,5 TWh

Nieumorzone certyfikaty ~ 11,5 TWh

Opłata zastępcza 297,25 zł/MWh

Nieumorzone certyfikaty ~ 12,14 TWh

Zapowiedź rządowej interwencji na rynku „zielonych certyfikatów”



Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

75



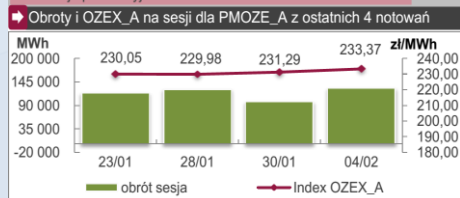
25.02.2014

# WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE

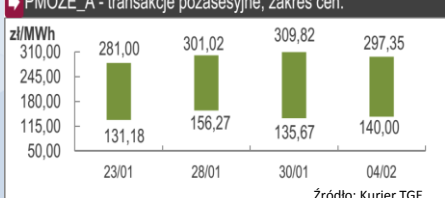


## Spekulacja na rynku „zielonych certyfikatów”

Statystyki PMOZE_A				Dzień obrotu: 2014-02-04	
Nazwa	wartość	zmiana			
OZEX_A - Index	zł/MWh	233,37	↑	2,08	
FIXING - kurs jednolity	zł/MWh	230,00	↑	0,01	
MAX - notowania ciągłe	zł/MWh	237,50			
MIN - notowania ciągłe	zł/MWh	230,10			
Łączny wolumen	MWh	129 882	↑	31 543	
Obrót na FIXINGU	MWh	14 627	↑	5 127	
Obrót na not. ciągłych	MWh	115 255	↑	26 416	
Transakcje pozasesyjne	MWh	186 401	↓	-4 471	



Statystyki PMOZE_A				Dzień obrotu: 2014-02-04	
Nazwa	wartość	zmiana			
OZEX_A_TP - Index	zł/MWh	223,68	↓	-26,07	
Kurs minimalny	zł/MWh	140,00			
Kurs maksymalny	zł/MWh	297,35			
Wolumen transakcji pozasesyjnych	MWh	186 401	↓	-4 471	



Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

76



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Administracyjne bariery rozwoju fotowoltaiki w Polsce

- Warunki przyłączenia systemu PV do sieci elektroenergetycznej, przyłączenie systemu PV do sieci, odbiór techniczny oraz dopuszczenie do eksploatacji.
- Uzyskanie koncesji na wytwarzanie energii elektrycznej z OZE (działalność gospodarcza)
- Miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego
- Instalacja systemów PV (certyfikaty instalatorów mikroinstalacji)
- Uzyskanie i zbywanie świadectw pochodzenia energii

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

77



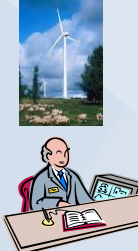


25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

- Ustawa Prawo Energetyczne
- Ustawa Prawo Gazowe 
- Ustawa o Odnawialnych Źródłach Energii 
- Ustawa wprowadzająca „trójpak energetyczny”
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki 

w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej, zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii oraz obowiązku potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnym źródle energii

**Implementacja dyrektyw 2009/28/WE, 2009/72/WE, 2009/73/WE**

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

78



25.02.2014

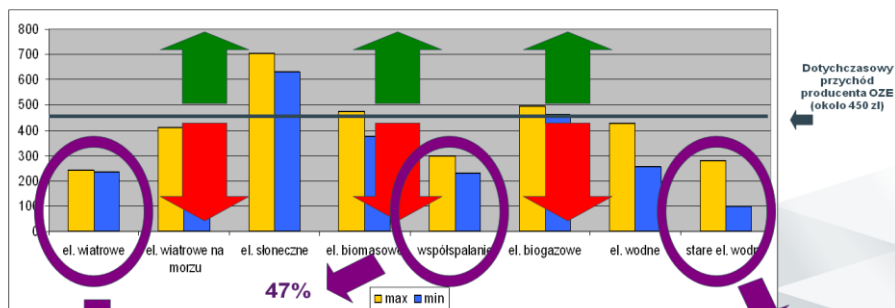
WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Analiza kosztów produkcji energii z OZE

### Potrzeba dodatkowego wsparcia



### Konieczność optymalizacji wsparcia

17%

Źródło: Ministerstwo Gospodarki - prezentacja „Pakiet Regulacji Energetycznych” 22.12.2011r

27%

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

79



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Ustawa PE - kategorie instalacji OZE wg mocy

- **Mikroinstalacje < 40kW**
  - Instalacje prosumenckie lub zarobkowe
  - Prosument bez działalności gospodarczej
  - Prosument bez koncesji
  - Dla prosumenta dyskryminująca taryfa FIT
  - Rozliczenia z OZE
  - Dodatkowe dochody rozliczane w formularzu PIT
  - Przy działalności gospodarczej warunki jak dla pozostałych kategorii
- **Małe instalacje od 40 do 200kW**
  - Kategoria jedynie na potrzeby uprawnień certyfikowanych instalatorów
  - Działalność gospodarcza
  - Koncesja
  - Zielone certyfikaty
- **Duże instalacje powyżej 200kW**
  - Działalność gospodarcza
  - Koncesja
  - Zielone certyfikaty

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

80





25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## „Mały” trójpak energetyczny (11.09.2013) – definicje

- **odnawialne źródło energii** – źródło wykorzystujące w procesie przetwarzania energię wiatru, promieniowania słonecznego, aerotermalną, geotermalną, hydrotermalną, fal, prądów i pływów morskich, spadku rzek oraz energię pozyskiwaną z biomasy, biogazu pochodzącego ze składowisk odpadów, a także biogazu powstałego w procesach odprowadzania lub oczyszczania ścieków albo rozkładu składowanych szczątków roślinnych i zwierzęcych
- **mikroinstalacja** – odnawialne źródło energii, o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej nie większej niż 40 kW, przyłączone do sieci elektroenergetycznej o napięciu znamionowym niższym niż 110 kV lub o łącznej mocy zainstalowanej cieplnej nie większej niż 120 kW
- **mała instalacja** – odnawialne źródło energii, o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej większej niż 40 kW i nie większej niż 200 kW, przyłączone do sieci elektroenergetycznej o napięciu znamionowym niższym niż 110 kV lub o łącznej mocy zainstalowanej cieplnej większej niż 120 kW i nie większej niż 600 kW.
- **biopłynny** – biopaliwa ciekłe lub inne paliwa odnawialne w rozumieniu przepisów ustawy z dnia 25 sierpnia 2006 r. o biokomponentach i biopaliwach ciekłych (Dz. U. Nr 169, poz. 1199, z późn. zm.), wytworzone wyłącznie z biomasy, wykorzystywane w celach energetycznych innych niż w transporcie, w tym do wytwarzania energii elektrycznej lub ciepła w instalacjach spełniających wymagania w zakresie emisji gazów do atmosfery, określone w ustawie z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji (Dz. U. Nr 130, poz. 1070, z późn. Zm)

źródło: strona internetowa Sejmu RP

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

81



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## „Mały” trójpak energetyczny

### Art. 7 ust. 8 pkt 3

- Za przyłączenie źródeł współpracujących z siecią oraz sieci przedsiębiorstw energetycznych zajmujących się przesyłaniem lub dystrybucją paliw gazowych lub energii pobiera się opłatę ustaloną na podstawie rzeczywistych nakładów poniesionych na realizację przyłączenia, z **wyłączeniem**:
  - a) odnawialnych źródeł energii o mocy elektrycznej zainstalowanej **nie wyższej niż 5 MW oraz jednostek kogeneracji o mocy elektrycznej zainstalowanej poniżej 1 MW**, za których przyłączenie pobiera się **połowę opłaty** ustalonej na podstawie rzeczywistych nakładów,
  - b) **mikroinstalacji**, za której przyłączenie do sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej **nie pobiera się opłaty**.

źródło: strona internetowa Sejmu RP

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

82



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## „Mały” trójpak energetyczny

### Art. 7 ust. 8d – wyjaśnienia

- 8d<sup>4</sup>. W przypadku gdy podmiot ubiegający się o przyłączenie mikroinstalacji do sieci dystrybucyjnej jest przyłączony do sieci jako odbiorca końcowy, **a moc zainstalowana mikroinstalacji**, o przyłączenie której ubiega się ten podmiot, **nie jest większa niż określona w wydanych warunkach przyłączenia**, przyłączenie do sieci odbywa się na **podstawie zgłoszenia** przyłączenia mikroinstalacji, złożonego w przedsiębiorstwie energetycznym, do sieci którego ma być ona przyłączona, po zainstalowaniu odpowiednich układów zabezpieczających i układu pomiarowo-rozliczeniowego. W innym przypadku przyłączenie mikroinstalacji do sieci dystrybucyjnej odbywa się na podstawie **umowy o przyłączenie do sieci**. Koszt instalacji układu zabezpieczającego i układu pomiarowo-rozliczeniowego ponosi operator systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego.
- 8d<sup>5</sup>. Zgłoszenie, o którym mowa w ust. 8d<sup>4</sup>, zawiera w szczególności:
  - 1) oznaczenie podmiotu ubiegającego się o przyłączenie mikroinstalacji do sieci dystrybucyjnej oraz określenie rodzaju i mocy mikroinstalacji;
  - 2) informacje niezbędne do zapewnienia spełnienia przez mikroinstalację wymagań technicznych i eksploatacyjnych, o których mowa w art. 7a.

źródło: strona internetowa Sejmu RP

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

83



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## „Mały” trójpak energetyczny

### Art. 7 ust. 8d – wyjaśnienia

- 8d<sup>7</sup>. Przedsiębiorstwo energetyczne zajmujące się dystrybucją energii elektrycznej potwierdza złożenie zgłoszenia, o którym mowa w ust. 8d<sup>4</sup>, odnotowując datę jego złożenia.
- 8d<sup>8</sup>. Przedsiębiorstwo energetyczne zajmujące się przesyłaniem lub dystrybucją energii elektrycznej jest obowiązane określić w warunkach **przyłączenia przewidywany harmonogram przyłączenia odnawialnego źródła energii**, uwzględniający poszczególne etapy rozbudowy sieci, a także zestawienie planowanych prac.
- 8d<sup>9</sup>. Przyłączane mikroinstalacje muszą spełniać wymagania techniczne i eksploatacyjne określone w art. 7a ust. 1. Szczegółowe warunki przyłączenia, wymagania techniczne oraz warunki współpracy mikroinstalacji z systemem elektroenergetycznym określają przepisy wydane na podstawie art. 9 ust. 3.,

źródło: strona internetowa Sejmu RP

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

84



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## „Mały” trójpak energetyczny

### Art. 7 ust. 9

- W przypadku gdy przedsiębiorstwo energetyczne odmówi przyłączenia do sieci z powodu braku **warunków ekonomicznych**, o których mowa w ust. 1, za przyłączenie do sieci przedsiębiorstwo to może ustalić opłatę w wysokości uzgodnionej z podmiotem ubiegającym się o przyłączenie do sieci w umowie o przyłączenie do sieci; przepisów ust. 8 pkt 1 i 2 oraz **pkt 3 lit. a** nie stosuje się.

źródło: strona internetowa Sejmu RP

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

85



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## „Mały” trójpak energetyczny

- **Art. 9u.** Wytwarzanie energii elektrycznej w mikroinstalacji przez osobę **fizyczną** niebędącą przedsiębiorcą w rozumieniu ustawy o swobodzie działalności gospodarczej, **a także sprzedaż tej energii przez tę osobę, nie jest działalnością gospodarczą w rozumieniu tej ustawy.**
- **Art. 9v.** Energię elektryczną wytworzoną w mikroinstalacji przyłączonej do sieci dystrybucyjnej znajdującej się na terenie obejmującym obszar działania sprzedawcy z urzędu i oferowaną do sprzedaży przez osobę, o której mowa w art. 9u, jest obowiązany zakupić ten sprzedawca. Zakup tej energii odbywa się **po cenie równej 80% średniej ceny** sprzedaży energii elektrycznej w poprzednim roku kalendarzowym, o której mowa w art. 23 ust. 2 pkt 18 lit. b. (czyli 80% z 201,36 PLN/MWh )

źródło: strona internetowa Sejmu RP

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

86



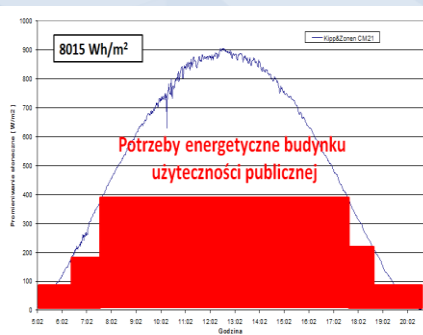
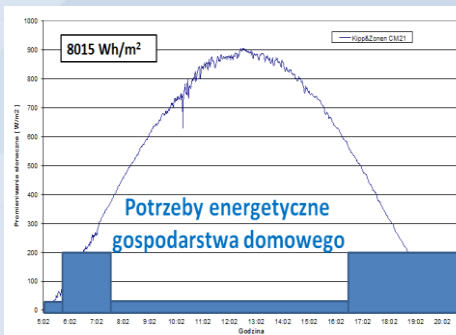
25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Możliwości wykorzystania energii słonecznej



Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 436 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

87



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Koszt energii elektrycznej

### Tauron taryfa G12 Kraków (ceny netto):

- Energia
  - Dzień : 0,3359 zł/kWh
  - Noc: 0,1742 zł/kWh
- Dystrybucja
  - Dzień: 0,2305 zł/kWh
  - Noc: 0,0569 zł/kWh
- Średnio:
  - 47% Dzień/53% Noc: 0,3876 zł/kWh
  - 72% Dzień/28% Noc: 0,4700 zł/kWh

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 436 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

88



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## „Mały” trójpak energetyczny

- **Art. 9w.** 1. Osoba, o której mowa w art. 9u, informuje operatora systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego, na którego obszarze działania jest przyłączona mikroinstalacja, o zmianie rodzaju mikroinstalacji oraz zainstalowanej mocy elektrycznej w mikroinstalacji, w terminie 14 dni od dnia zaistnienia tej zmiany.
- 2. Operator systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego na podstawie informacji, o których mowa w ust. 1, oraz posiadanych danych sporządza sprawozdanie półroczne zawierające:
  - 1) wykaz osób fizycznych wytwarzających energię elektryczną w mikroinstalacji;
  - 2) dane dotyczące:
    - a) ilości energii elektrycznej wytworzonej w mikroinstalacji,
    - b) ilości energii elektrycznej wytworzonej w mikroinstalacji i wprowadzonej do sieci operatora systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego,
    - c) rodzaju mikroinstalacji, jej lokalizacji oraz zainstalowanej mocy elektrycznej.
- 3. Sprawozdanie, o którym mowa w ust. 2, operator systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego przekazuje Prezesowi Urzędu Regulacji Energetyki, w terminie 30 dni od dnia zakończenia półrocza. Prezes Urzędu Regulacji Energetyki niezwłocznie zamieszcza sprawozdanie w Biuletynie Informacji Publicznej Urzędu Regulacji Energetyki.
- **Art. 9x.** Przepisy art. 9u–9w stosuje się odpowiednio do wytwarzania energii elektrycznej z biogazu rolniczego w mikroinstalacji przez osobę, o której mowa w art. 9u, a także sprzedaży tej energii przez tę osobę

źródło: strona internetowa Sejmu RP

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

89



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## „Mały” trójpak energetyczny

### Prawo budowlane

#### Art. 5 ust 2a

- W nowych budynkach oraz istniejących budynkach poddawanych przebudowie lub przedsięwzięciu służącemu poprawie efektywności energetycznej w rozumieniu przepisów o efektywności energetycznej, **które są użytkowane przez jednostki sektora finansów publicznych** w rozumieniu przepisów o finansach publicznych, **zaleca się stosowanie urządzeń wykorzystujących energię wytworzoną w odnawialnych źródłach energii**, a także technologie mające na celu budowę budynków o wysokiej charakterystyce energetycznej
- **Art. 29 ust 2 pkt 16**
- Pozwolenia na budowę nie wymaga wykonywanie robót budowlanych polegających na montażu pomp ciepła, urządzeń fotowoltaicznych o zainstalowanej mocy elektrycznej do 40 kW oraz wolno stojących kolektorów słonecznych

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

90



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Podatek akcyzowy

- **Ustawa o podatku akcyzowym (Dz.U. z 2011 nr 108 poz. 626)**
- **Art. 9. 1.** W przypadku energii elektrycznej przedmiotem opodatkowania akcyzą jest:
  - 1) nabycie wewnątrzwspólnotowe energii elektrycznej przez nabywcę końcowego;
  - 2) sprzedaż energii elektrycznej nabywcy końcowemu na terytorium kraju, w tym przez podmiot nieposiadający koncesji na wytwarzanie, przesyłanie, dystrybucję lub obrót energią elektryczną w rozumieniu przepisów ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. — Prawo energetyczne, który wyprodukował tę energię;
  - 3) zużycie energii elektrycznej przez podmiot posiadający koncesję, o której mowa w pkt 2;
  - 4) zużycie energii elektrycznej przez podmiot nieposiadający koncesji, o której mowa w pkt 2, który wyprodukował tę energię;
  - 5) import energii elektrycznej przez nabywcę końcowego;
  - 6) zużycie energii elektrycznej przez nabywcę końcowego, jeżeli nie została od niej zapłacona akcyza w należnej wysokości i nie można ustalić podmiotu, który dokonał sprzedaży tej energii elektrycznej nabywcy końcowemu.

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

91



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Podatek akcyzowy

- **Ustawa o podatku akcyzowym (Dz.U. z 2011 nr 108 poz. 626)**
- **Art. 88.**
- 2. Podstawą opodatkowania energii elektrycznej jest jej ilość, wyrażona w **megawatogodzinach (MWh)**.
- **Art. 89.**
- 3. Stawka akcyzy na energię elektryczną wynosi **20,00 zł** za megawatogodzinę (MWh).
- **Art. 30.**
- 1. Zwalnia się od akcyzy energię elektryczną wytwarzaną z **odnawialnych źródeł energii**, na podstawie dokumentu potwierdzającego umorzenie **świadczenia pochodzenia energii**, w rozumieniu przepisów prawa energetycznego.
- 2. Zwolnienie, o którym mowa w ust. 1, stosuje się **nie wcześniej** niż z chwilą otrzymania dokumentu potwierdzającego umorzenie świadectwa pochodzenia energii, poprzez **obniżenie akcyzy** należnej od energii elektrycznej za **najbliższe okresy rozliczeniowe**.

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

92



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Podatek akcyzowy

- **ROZPORZĄDZENIE MINISTRA FINANSÓW z dnia 23 sierpnia 2010 r. w sprawie zwolnień od podatku akcyzowego (Dz. U. Nr 159, poz. 1070 z 2010):**
- § 9. **Zwalnia się** od akcyzy zużycie energii elektrycznej wyprodukowanej z generatorów o łącznej **mocy nieprzekraczającej 1 MW**, niedostarczanej do instalacji połączonych i współpracujących ze sobą, służących do przesyłania energii elektrycznej, **pod warunkiem**, że od wyrobów energetycznych wykorzystywanych do produkcji tej energii elektrycznej **została zapłacona akcyza w należnej wysokości**.
- **Wg indywidualnej interpretacji podatkowej (sygnatura: IBPP3/443-936/10/DG wydanej przez Izbę Skarbową w Katowicach):**

od wyrobów energetycznych wykorzystywanych do produkcji energii elektrycznej z OZE – z uwagi na istotę tego źródła – **nie można zapłacić akcyzy**. Zatem w przypadku energii pochodzącej z tych źródeł i używanej na potrzeby własne zwolnienie przewidziane przepisem § 9 rozporządzenia w sprawie zwolnień **nie znajduje zastosowania**.

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

93



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Gdzie szukać pomocy, pieniędzy?

- **Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej**
- **Ministerstwo Rozwoju Regionalnego (POIiŚ 2014-2020 3,4 mld €)**
- **Programy unijne i międzynarodowe (np. Komisja Europejska)**
- **Bank Ochrony Środowiska**
- **Gminy** – pełnomocnicy do spraw energii

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

94



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Ciekawe projekty finansowe

### ➤ BOŚ

Projekt „SAMOfinansujący się dom”. Zainteresowany (musi posiadać działkę o powierzchni ok. 20ar) wybiera jeden z projektów domów o powierzchni ok. 100m<sup>2</sup> i montuje na nim oraz na działce mikroinstalację fotowoltaiczną o mocy 40kW. Bank udziela kredytu na budowę domu i mikroinstalacji. Raty kredytu spłacane są z przychodów za produkcję energii w mikroinstalacji. Warunkiem uruchomienia programu jest uchwalenie ustawy o OZE z preferencyjnymi stawkami zakupu energii z mikroinstalacji fotowoltaicznej (ok. 1,3PLN/kWh).

### ➤ Deutsche Bank PBC

Kredyt z grantem (ujemnym oprocentowaniem) – dla małych i średnich firm (maksymalny przychód roczny wynosi 50 mln euro, zatrudnienie – do 250 pracowników) na inwestycje związane z efektywnością energetyczną i OZE. Budżet 40 mln Euro. Ogłoszenie na przełomie września i października br.

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

95



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Ciekawe projekty finansowe

### ➤ NFOŚiGW

- Projekt „**Prosument**” – dofinansowanie do budowy mikroinstalacji. Budżet 600 mln zł. Projekt powinien ruszyć do końca 2013 roku.
- Projekt „**Bocian**” (wstępne założenia). Pożyczka „Bocian” ma wspierać m.in. budowę instalacji OZE. Pożyczka od 2 do 40 mln zł, oprocentowanie WIBOR 3M -100 pkt bazowych (nie mniej niż 2 proc), na okres do 15 lat. W przypadku fotowoltaiki instalacje o mocach 200 kWp-1 MW, kredyt do 75% wartości inwestycji. Budżet projektu 420mln zł.

### ➤ KOMISJA EUROPEJSKA

- Budżet UE28 na lata 2014-2020. Wspieranie energetyki rozproszonej. Niezależnie od funduszy strukturalnych (17mld €) na OZE przeznaczone jest 800mln €. Wnioski składane będą bezpośrednio w Brukseli i nie będzie wymagany wkład własny.

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

96





25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Gdzie szukać pomocy?

### Polskie Towarzystwo Fotowoltaiki

- dr Stanisław Pietruszko - prezes
- dr inż. Tadeusz Żdanowicz - wiceprezes
- 
- działalność od 2005
- KRS 0000235799
  
- członek EPIA
- <http://www.pv-polska.pl>
- ul. Prałatowska 5/50
- 03-510 Warszawa
- tel./fax. +48 22-679-88-70



Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 [www.isi.agh.edu.pl](http://www.isi.agh.edu.pl) [isi@agh.edu.pl](mailto:isi@agh.edu.pl)



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

97



25.02.2014

WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE



centrum  
Inteligentnych  
Systemów Informatycznych

## Gdzie szukać pomocy?

### Polskie Towarzystwo Fotowoltaiki

#### Obszary działań:

- Promocja fotowoltaiki w społeczeństwie polskim
- Szkolenia, seminaria, prezentacje.
- Promocja taryf stałych (FIT) jako najlepszego mechanizmu wsparcia OZE
- Promocja koncepcji BIPV – zastępowanie tradycyjnych materiałów budowlanych przez elementy PV
- Integracja polskiego środowiska badawczego produkcyjnego (PV) ze strukturami europejskimi
- Walka z barierami administracyjnymi hamującymi rozwój PV w Polsce – programy PV LEGAL i PV GRID
- **Aktywny udział w pracach nad ustawą o OZE.**
- przygotowywanie raportów o stanie fotowoltaiki w nowych krajach członkowskich UE (PV STATUS) - od 2005r.



Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 [www.isi.agh.edu.pl](http://www.isi.agh.edu.pl) [isi@agh.edu.pl](mailto:isi@agh.edu.pl)



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

98



# WARSZTATY FOTOWOLTAICZNE

25.02.2014

Dziękuję za uwagę!



Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica ul. Mickiewicza 30 059 Kraków  
budynek C-2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 [www.isi.agh.edu.pl](http://www.isi.agh.edu.pl) [isi@agh.edu.pl](mailto:isi@agh.edu.pl)



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.