



Studia Podyplomowe

EFEKTYWNE UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ

w ramach projektu

**Śląsko-Małopolskie Centrum Kompetencji
Zarządzania Energią**

Odnawialne źródła energii- wady i zalety

dr inż. Jacek Ostrowski

Odnawialne źródła energii- wady i zalety

WIATR

Wiatr należy do odnawialnych źródeł energii. Jest to ruch powietrza wywołanym przez różnicę ciśnień. Szacuje się, że około 1-2% energii słonecznej docierającej do Ziemi ulega zmianie na energię kinetyczną wiatru.

Zalety energii wiatrowej:

- zmniejszenie emisji zanieczyszczeń do środowiska,
- redukcja zużycia tradycyjnych paliw kopalnych,
- generacja nowych miejsc pracy,
- wykorzystanie nieużytków,
- spożytkowanie bezpłatnej energii wiatru.

Wady energii wiatrowej:

- stosunkowo duże koszty inwestycji,
- ingerencja w krajobraz,
- hałas,
- brak ciągłości dostaw energii,
- trudna przewidywalność produkcji energii.

SŁOŃCE

Źródłem energii Słońca są procesy termojądrowe przekształcenia wodoru w hel, które zachodzą w jego wnętrzu, w skutek czego energia zostaje wypromieniowana w przestrzeń kosmiczną we wszystkich kierunkach.

Zalety energii słonecznej:

- powszechność,
- brak negatywnego oddziaływania na środowisko,
- darmowość,
- w przeciwieństwie do źródeł konwencjonalnych nie wyczerpuje się.

Wady energii słonecznej:

- cykliczność dzienna,
- duże koszty inwestycyjne
- zmienność
- trudna przewidywalność.

**Co to jest elektrownia
hybrydowa- w kontekście
energetyki odnawialnej?**

Układ hybrydowy- jednostka wytwórcza, wytwarzająca energię elektryczną lub elektryczną i ciepło, w której w procesie wytwarzania energii wykorzystywane są nośniki energii wytwarzane oddzielnie w odnawialnych źródłach energii i w źródłach energii innych niż odnawialne oraz zużywane wspólnie w tej jednostce wytwórczej do wytworzenia energii elektrycznej lub ciepła*, np.:

Elektrownia wiatrowo-słoneczna,

Elektrownia wiatrowo-szczytowo pompowa

Elektrownia wiatrowo-gazowa

Elektrownia wiatrowa-ogniwo paliwowe

Elektrownia zasilana paliwem węglowym i biopaliwem

****ROZPORZĄDZENIE MINISTRA GOSPODARKI z dnia 19 grudnia 2005 r.***

w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia

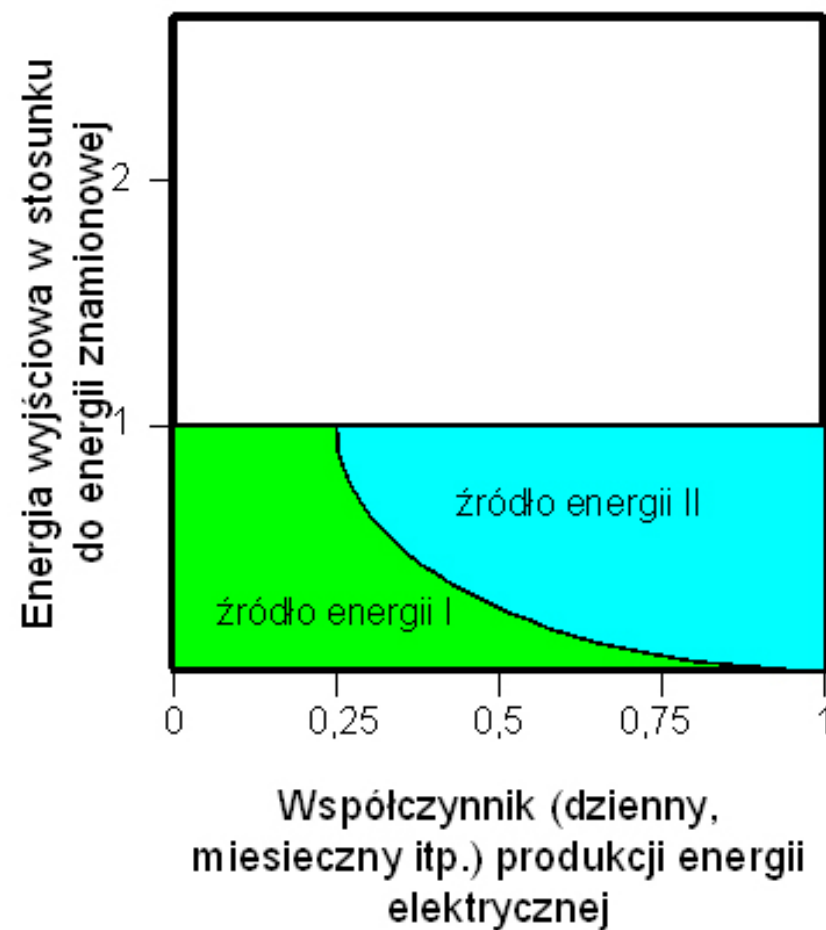
świadczeń pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej oraz zakupu energii elektrycznej

i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii

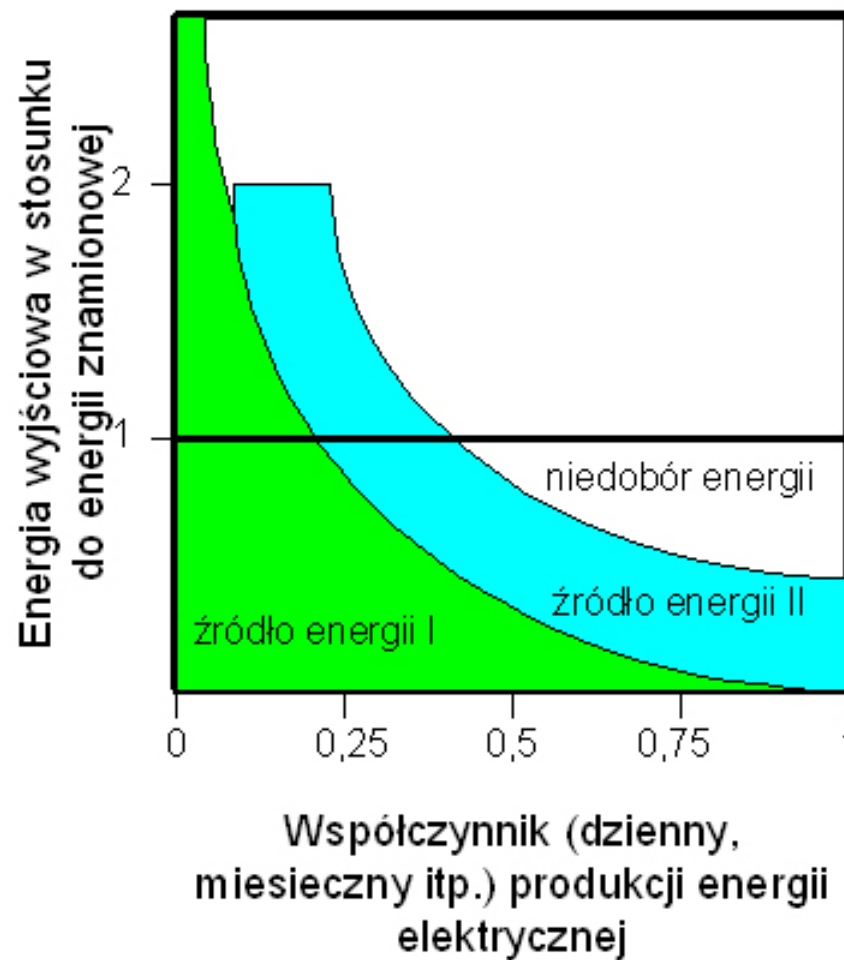
Cele budowy elektrowni hybrydowych:

- Zapewnienie ciągłości dostaw energii elektrycznej.**
- Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii do produkcji energii elektrycznej.

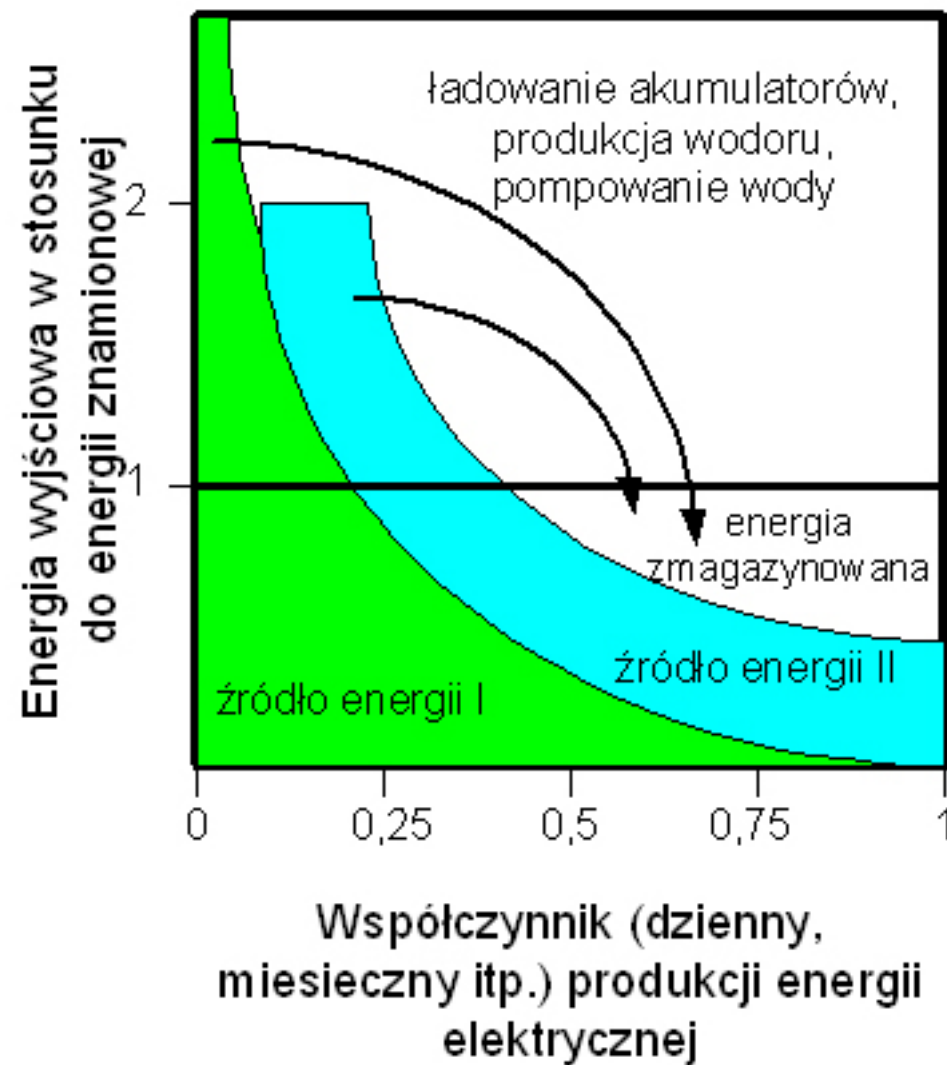
**Zapewnienie ciągłości dostaw energii
elektrycznej- bilans energetyczny elektrowni
hybrydowej.**



Idealnie zbilansowana elektrownia hybrydowa bez magazynowania energii



Niezbilansowana elektrownia hybrydowa (np. słoneczno-wiatrowa), bez magazynowania energii



Zbilansowana elektrownia hybrydowa z magazynowaniem energii.

Rodzaje elektrowni hybrydowych

Jednym z kryteriów podziału, jest podział ze względu na wykorzystanie nadmiaru wyprodukowanej energii

-elektrownie hybrydowe bez magazynowania energii

(wykorzystywane do przemysłowej produkcji energii- np. duże elektrownie wiatrowo-słoneczne, wiatrowo-gazowe)

-elektrownie hybrydowe z magazynowaniem energii

(wykorzystywane do celów przemysłowej produkcji energii oraz małe elektrownie, pracujące w systemach autonomicznych- np. wiatrowo-słoneczne z baterią akumulatorów, wiatrowe z ogniwem paliwowym, wiatrowo-szczytowo pompowe)

Metody magazynowania nadmiaru energii elektrycznej:

Na krótki odcinek czasu (minuty do godziny):

- bateria akumulatorów, małej pojemności,
- super kondensatory,

Na długi odcinek czasu (godziny- dni):

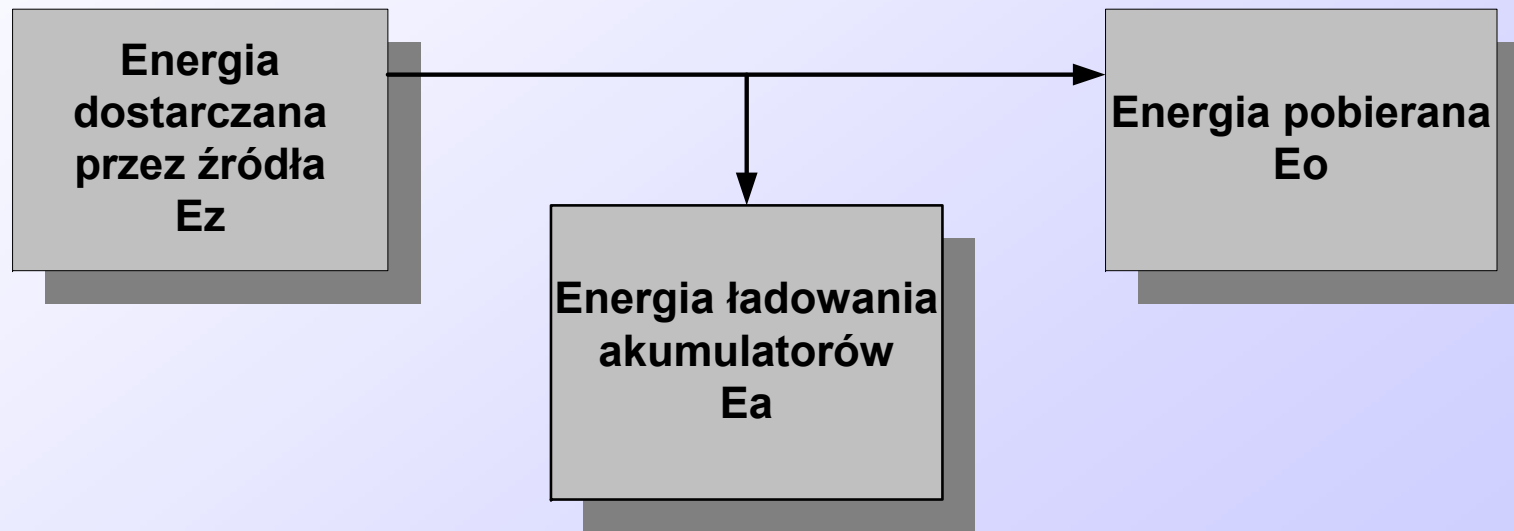
- elektrownie wodne, szczytowo-pompowe,
- duże baterie akumulatorów,
- magazynowanie sprężonego powietrza (Compressed-Air Energy Storage- CAES)
- odwracalne ogniwo paliwowe.

Elektrownie hybrydowe wiatrowo- słoneczne

Budowa elektrowni hybrydowej wiatrowo- słonecznej

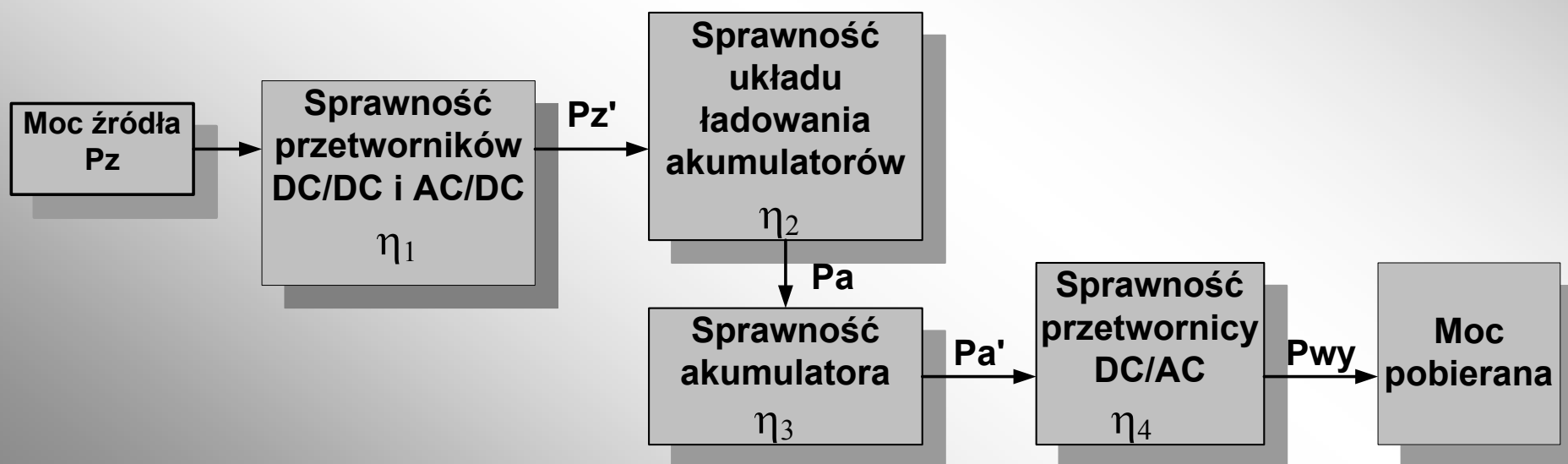
Moc poszczególnych źródeł energii należy obliczyć w oparciu o bilans energetyczny systemu zasilania. Energia dostarczona przez źródła powinna w całości pokryć zapotrzebowanie energetyczne odbiorników.

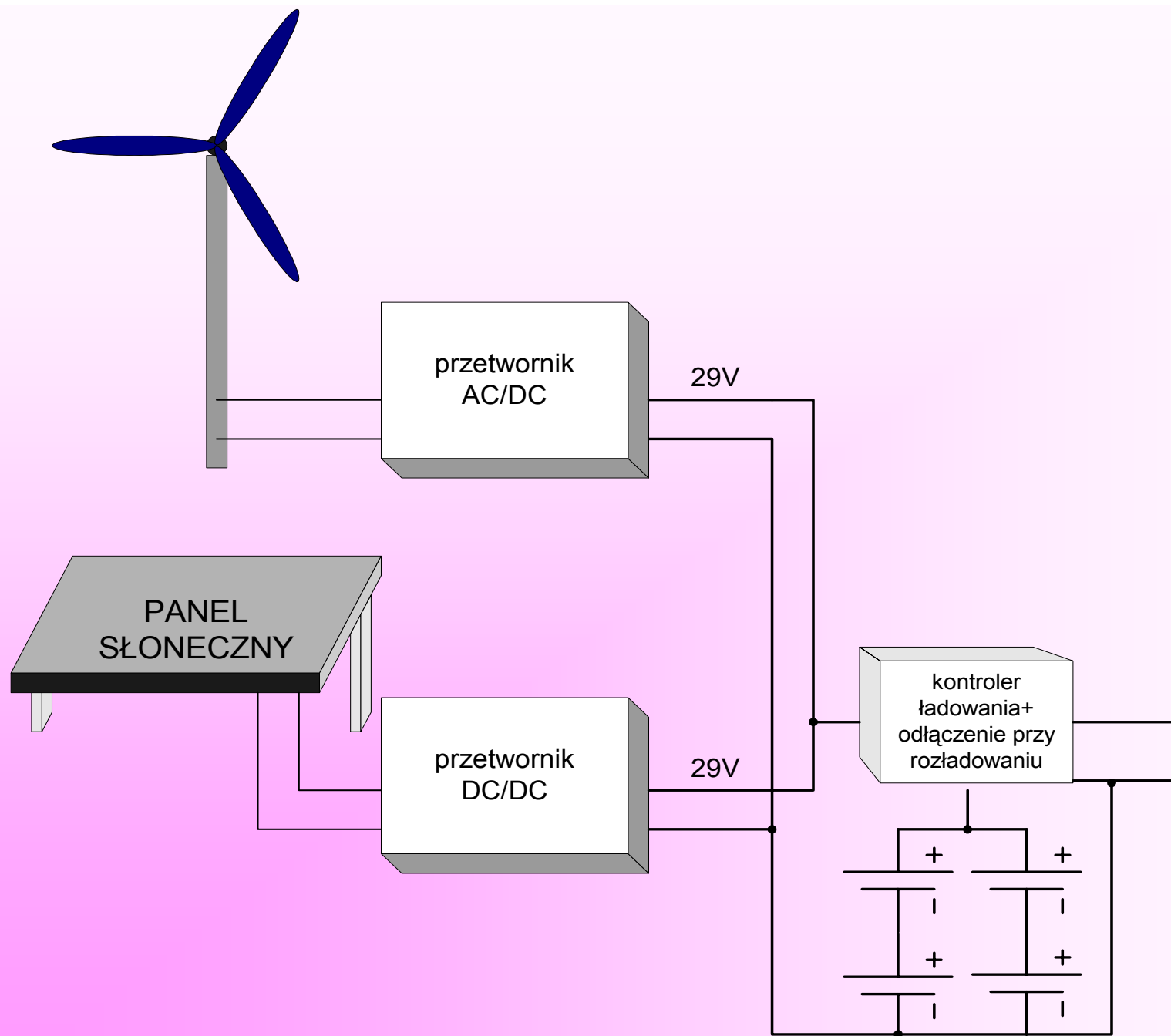
Schematycznie bilans energetyczny pokazuje rysunek



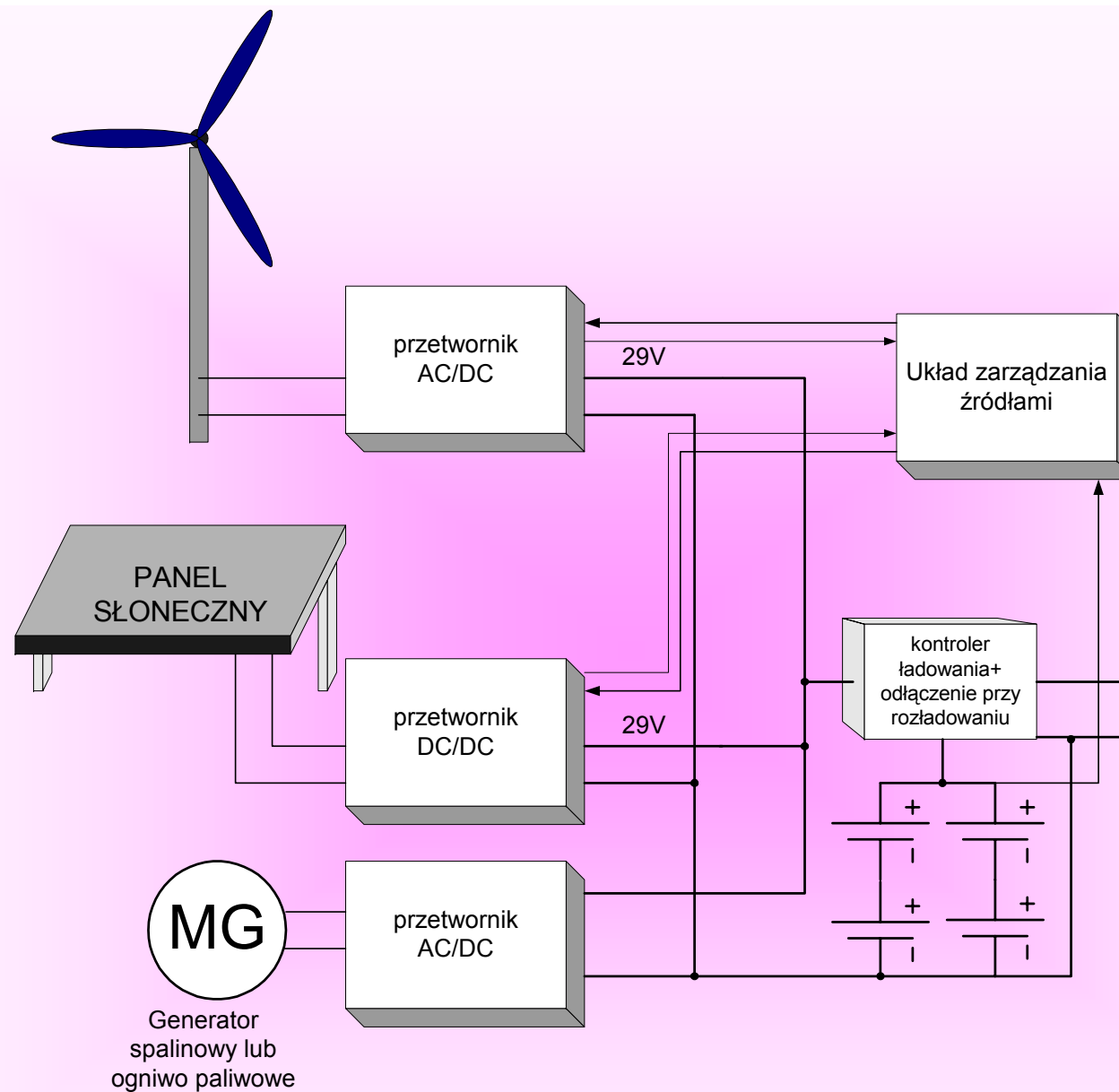
$$E_z = E_a + E_o$$

Powszechnie przyjmuje się w przypadku elektrowni hybrydowych, iż inwestycja jest opłacalna gdy moc znamionowa źródeł jest równa lub niewiele większa od mocy odbiorników. W praktyce należy wziąć jeszcze poprawkę na sprawność stosowanych przetworników oraz baterii chemicznych co ilustruje rysunek.





Najprostszy system hybrydowy



Elektrownia hybrydowa z dodatkowym generatorem prądotwórczym zapewniającym doładowanie baterii akumulatorów

Elektrownia hybrydowa w Laboratorium Monitoringu Energii Wiatru AGH

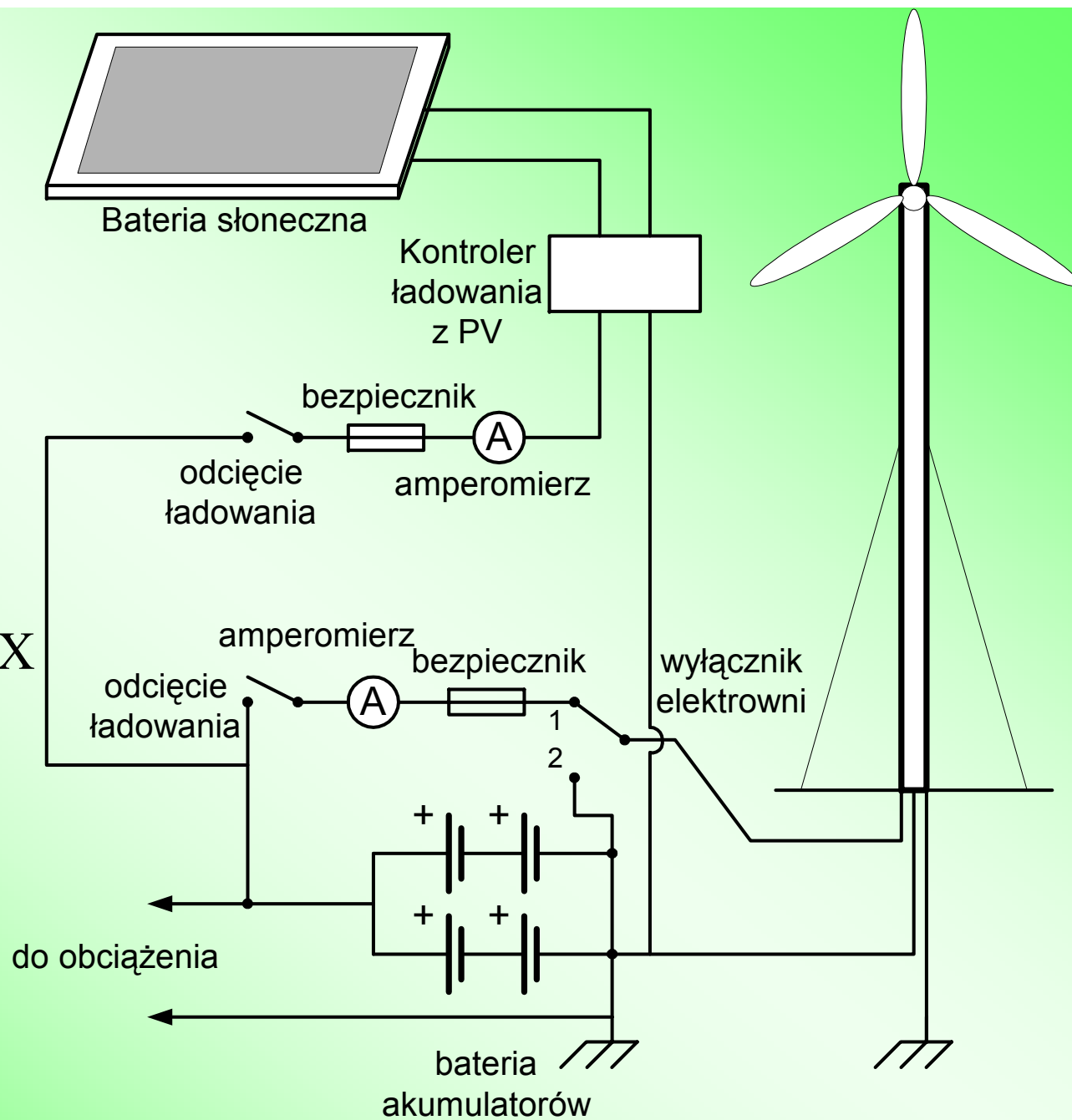
W Laboratorium Monitoringu Energii Wiatru AGH trwają badania małej elektrowni hybrydowej wiatrowo-słonecznej złożonej z:

- Turbiny wiatrowej AirX o mocy 400W, 12V (z wbudowanym kontrolerem ładowania).
- Baterii słonecznej o mocy 120W
- Kontrolera ładowania akumulatora z baterii słonecznej- CX 40.
- Akumulatora o pojemności 100Ah
- Przetwornicy DC/AC 230V 50Hz o mocy 500W



Podzespoły elektrowni wiatrowej

Schemat połączeń Air X w ramach elektrowni hybrydowej



Układ pomiarowo-testujący, elektrowni hybrydowej, został opracowany w ramach prac badawczych i stanowi autorskie rozwiązanie pracowników laboratorium. Realizacja odbędzie się etapowo.

W ramach pierwszego etapu wykonano i przetestowano układ podstawowy realizujący następujące funkcje sterujące:

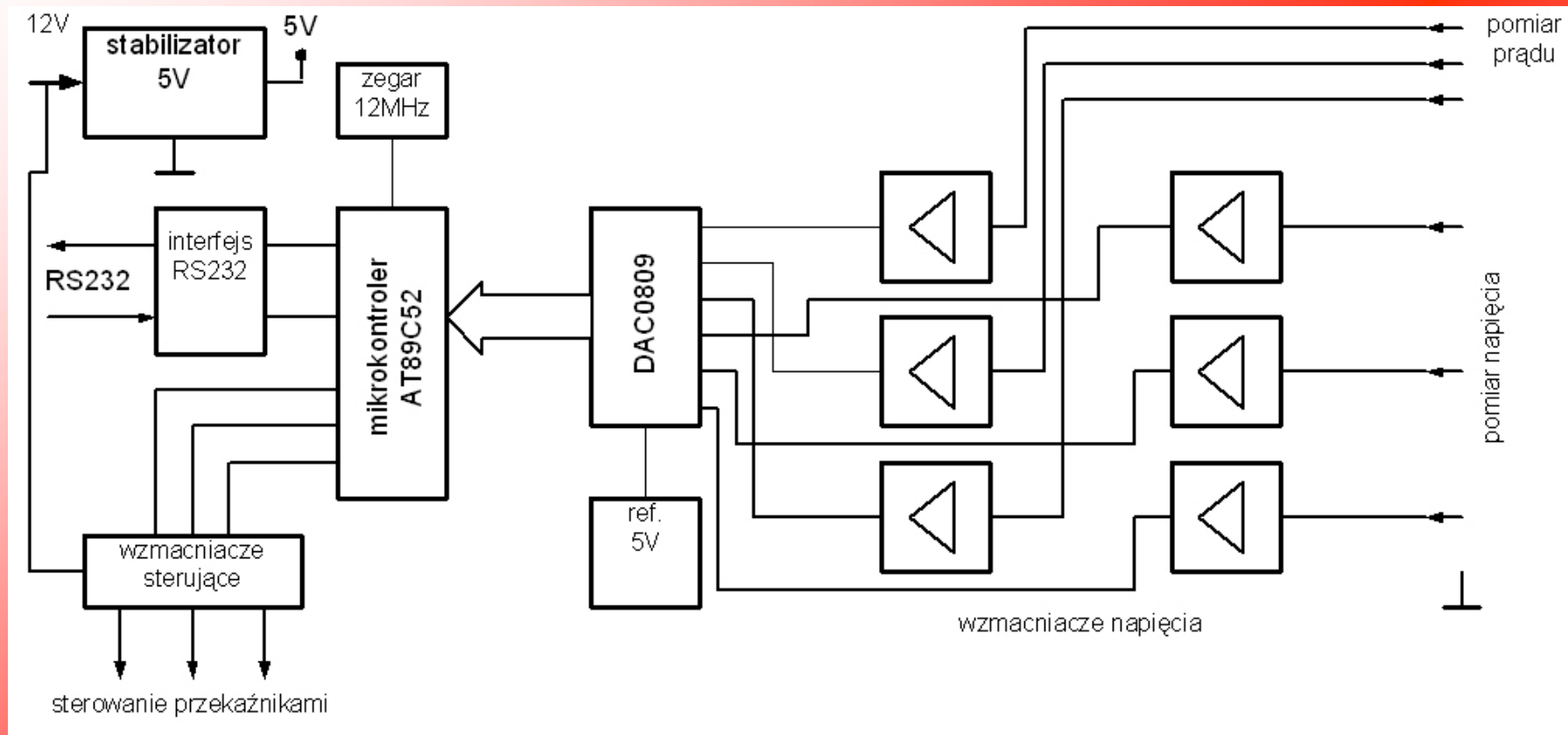
- dołączenie do systemu elektrowni wiatrowej,
- dołączenie do systemu elektrowni słonecznej
- odcięcie przetwornicy DC/AC 230V 50Hz od baterii akumulatorów.

I następujące funkcje pomiarowe:

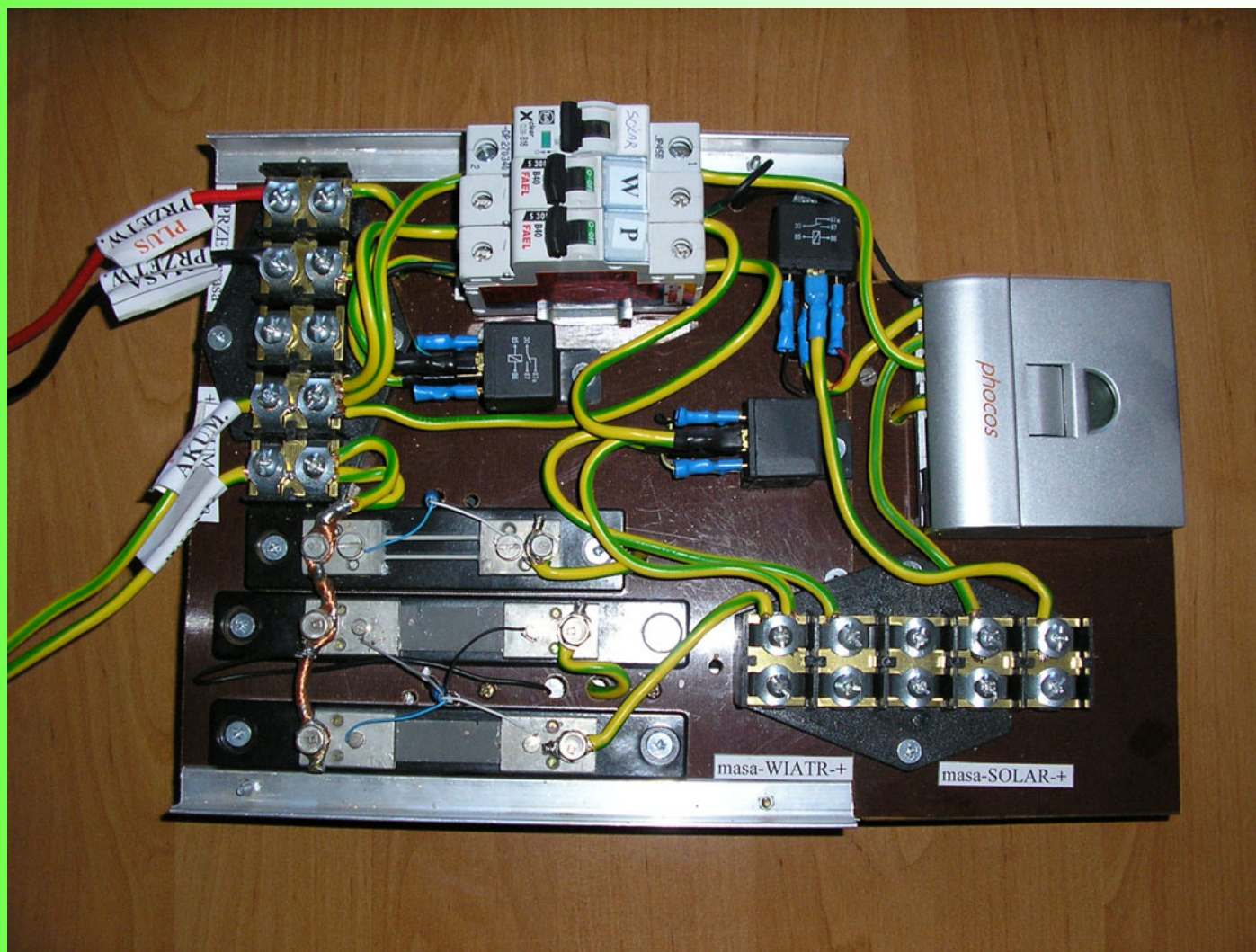
- pomiar napięcia na wyjściu regulatora ładowania z baterii słonecznej,
- pomiar prądu ładowania z regulatora ładowania z baterii słonecznej,
- pomiar napięcia na wyjściu regulatora ładowania elektrowni wiatrowej,

- pomiar prądu ładowania z regulatora ładowania elektrowni wiatrowej,
- pomiar napięcia baterii akumulatorów,
- pomiar prądu pobieranego przez przetwornicę DC/AC 230V 50Hz.

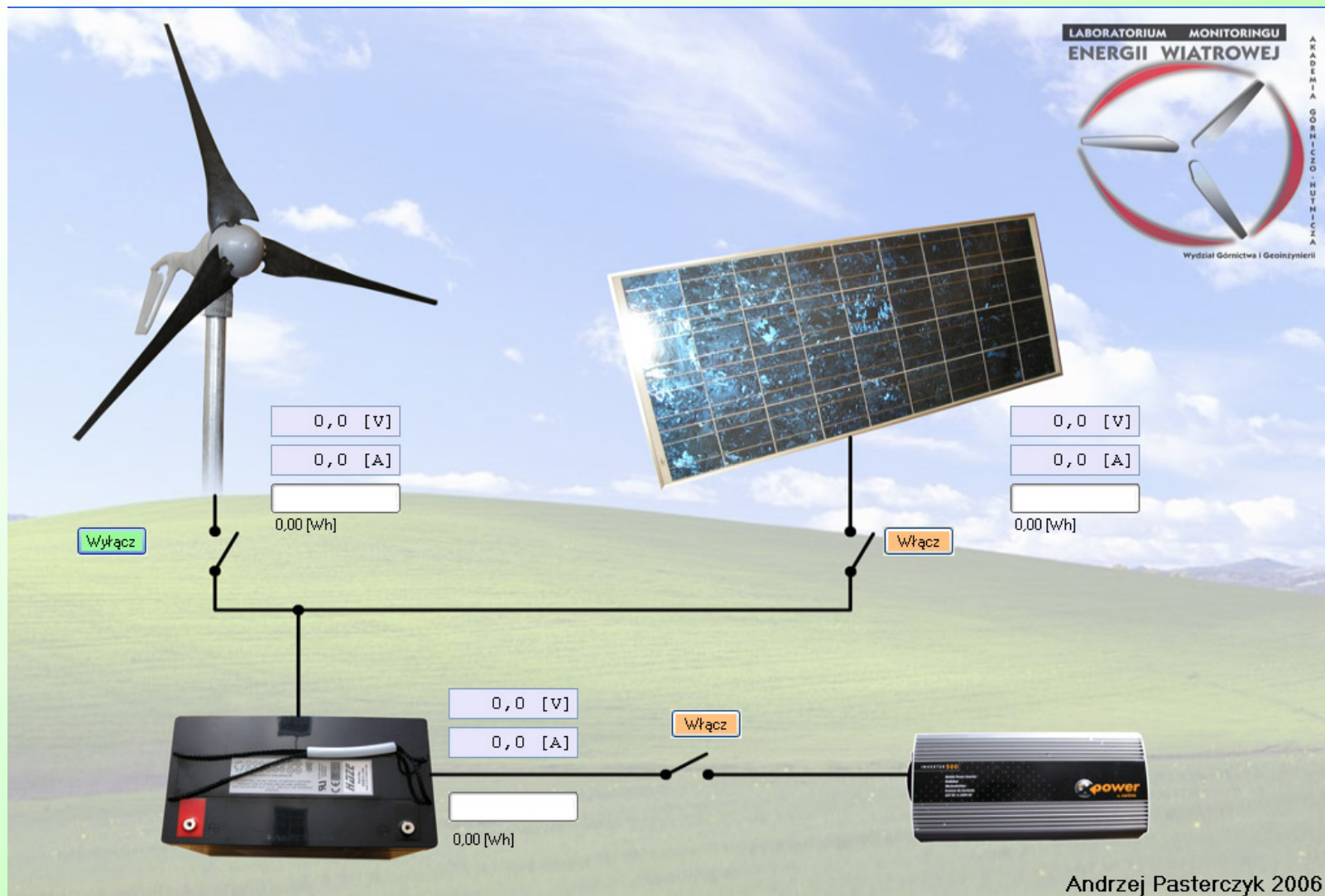
Nie jest możliwy, w prostym układzie monitoringu, pomiar napięcia baterii słonecznej, ani napięcia na wyjściu generatora elektrowni wiatrowej. W pierwszym przypadku uniemożliwia to konstrukcja układu kontroli ładowania (wspólny biegun dodatni), w drugim montaż układu regulacji ładowania w gondoli elektrowni.



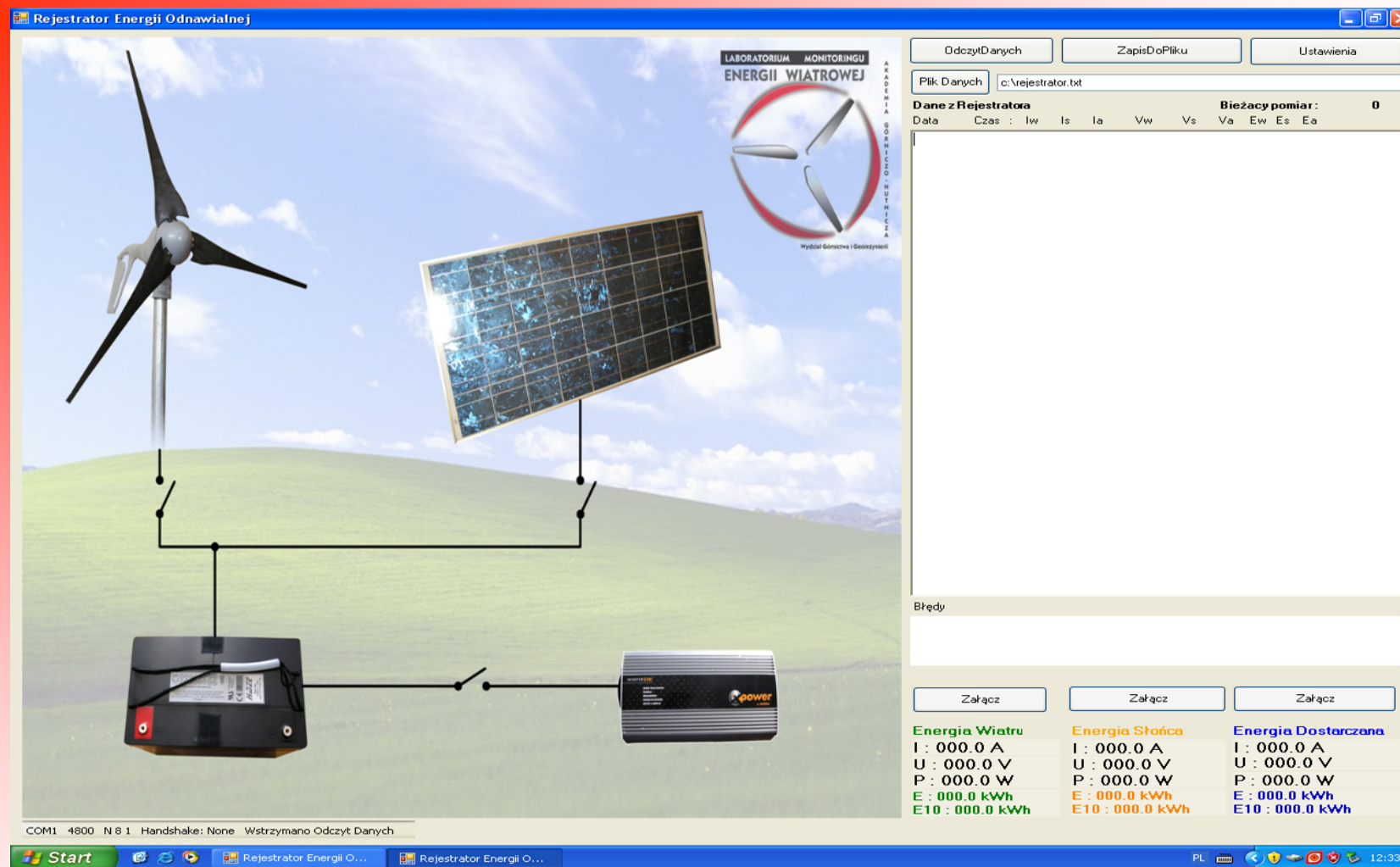
Schemat blokowy układu pomiarowo-kontrolnego elektrowni hybrydowej



Widok części energetycznej układu do monitoringu pracy elektrowni hybrydowej

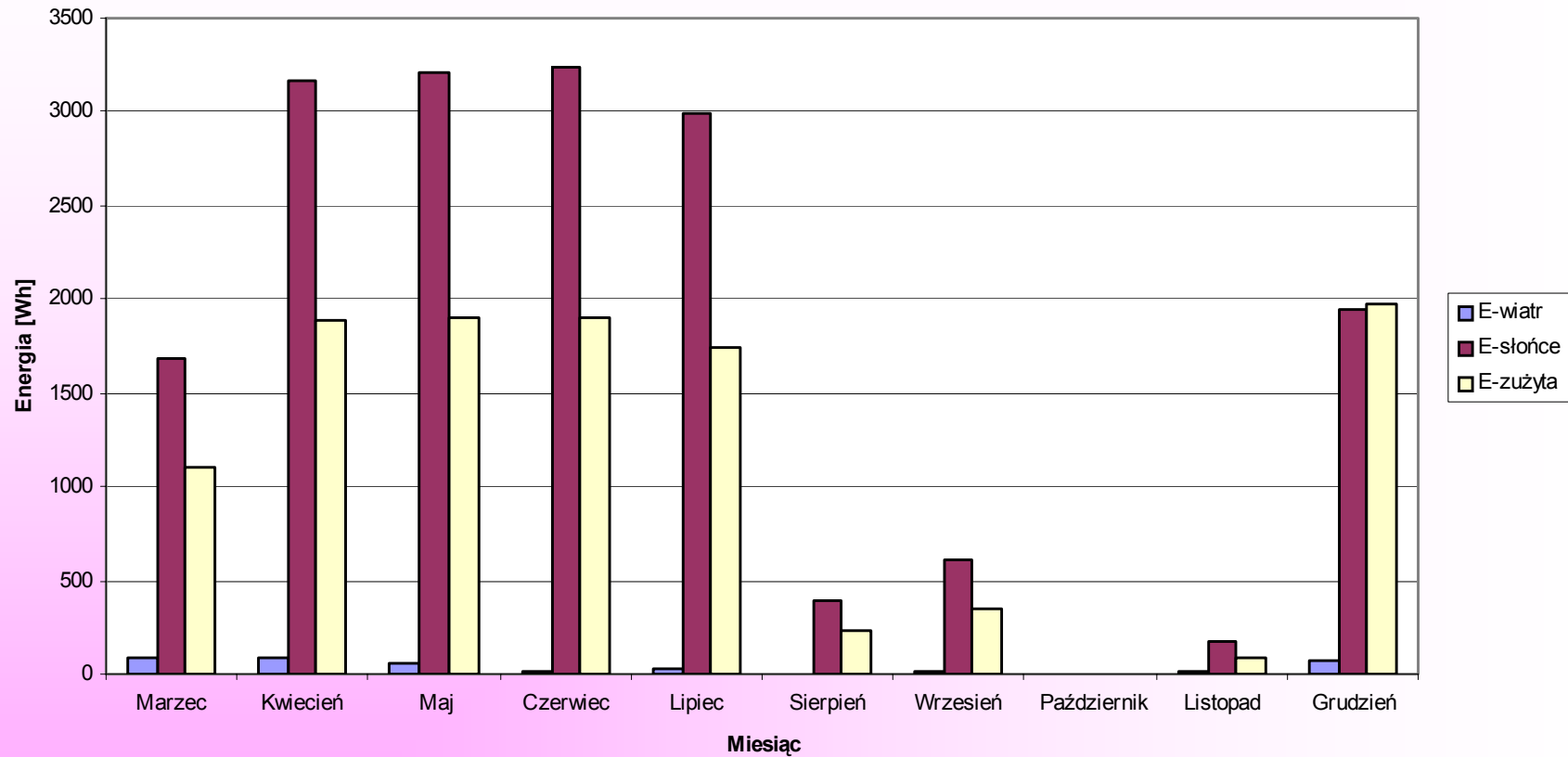


Okno dialogowe programu do monitoringu i sterowania elektrowni wiatrowej, wersja 1.0



Okno dialogowe programu do monitoringu i sterowania elektrowni wiatrowej, wersja 2.0

Bilans energetyczny elektrowni hybrydowej



Bilans energetyczny hybrydowej elektrowni wiatrowo-słonecznej w poszczególnych miesiącach 2011 roku.

Przykłady praktycznego wykorzystania elektrowni wiatrowo słonecznych



Miasteczko
uniwersyteckie



(źródło:
Matsushita
Ecology
Systems Co)



„Pierwsze dwie lampy LED-owe zasilane energią słoneczną pracować będą przy placu zabaw dla dzieci w okolicach zbiornika retencyjnego przy ulicy Łabędziej w Gdańsku” [gdansk.naszemiasto.pl]

Fot.Masters spółka z o.o. ze Straszyna



Hybrydowy system słoneczno wiatrowy zasilający farmę Bena i Brandi Roberts w stanie Nevada (źródło: www.popularmechanics.com)

Rumunia- telekomunikacyjna
stacja przekaźnikowa zasilana
energią słoneczną i energią wiatru
(źródło: www.mobilecomms-technology.com)





Indonezja- system pompowania wody, zasilany elektrownią hybrydową
(Źródło: www.ecn.nl)



USA New Jersey- elektrownia hybrydowa złożona z baterii słonecznych o mocy 504kW i generatora wiatrowego o mocy 1,5MW

(źródło: renewableenergyaccess.com)

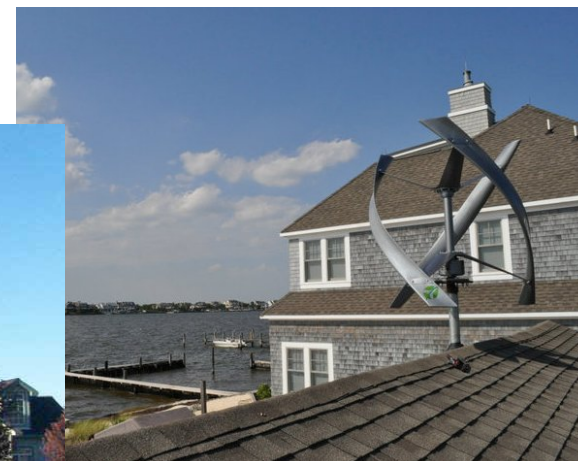
Zestawy małych elektrowni wiatrowych o poziomej osi obrotu

Moc	Średnica wirnika [m]	Wysokość wieży [m]	Max. dzienna produkcja [Wh]	Średnia dzienna produkcja [Wh]	Cena bez VAT [zł]
300	2,5	6	7 200	720-2200	4 305
600	2,8	6	14 400	1440- 4300	5 535
1 000	3,2	6	24 000	2400-7200	9 225
2 000	4	9	48 000	4800-14400	13 407
5 000	6	bd	120 000	12000-36000	54 735
10 000	8	12	240 000	24000-72000	107 010

[http://www.solarid.pl/index.php?p=1_12_Oferta-elektrownie-wiatrowe]

Zestawy małych elektrowni wiatrowych o pionowej osi obrotu

Moc	Średnica wirnika/ wysokość [m]	Wysokość wieży [m]	Cena [zł]
600W	1,4/1,6	7	27 500
1 000	1,8/2,7	7	44 900
4 000	3/ 4,4	7	123 900



[http://www.energia-zadarmo.pl/pokaz_produkt.php?idprod=127]

Zestawy elektrowni hybrydowych wiatrowo- słonecznych małej mocy do wykorzystania w gospodarstwie domowym

Zestaw 1 – 400 W:

1. Elektrownia wiatrowa WIND - 300 W – 1 sztuka
2. Moduł fotowoltaiczny 60 W – 2 sztuki
3. Akumulator żelowy 100 Ah – 2 sztuki
4. Regulator napięcia 15 A – 1 sztuka
5. Inverter 24V/230V/300W – 1 sztuka
6. Przewody połączeniowe – 20 m.
7. Rama mocująca na moduły solar – 1 kpl.

[http://www.ekoland4.com/zestawy_hybrydowe.html]



Zestaw nadający się do zasilania domków letniskowych, biwakowych, a także domków całorocznych o niewielkim zużyciu energii.

Pojemność akumulatora – 100 Ah/24 V

Zestaw produkuje następujące ilości energii:

dziennie - 3200 W (średnio) - do 9,6 kW (maksymalnie)

rocznie – 1180 kW (średnio) – do 3900 kW (maksymalnie)

Cena zestawu netto: 6950 zł

Zestaw 2 – 1200 W:

- 1, Elektrownia wiatrowa Lakota 1kW – 1 sztuka
2. Moduł fotowoltaiczny 75 W – 2 sztuki
3. Akumulator żelowy 200 Ah – 2 sztuki
4. Regulator napięcia 30 A – 1 sztuka
5. Inverter 24 V/230 V/1000 W – 1 sztuka
6. Przewody połączeniowe – 20 m.
7. Rama mocująca na moduły – 1 kpl.

[http://www.ekoland4.com/zestawy_hybrydowe.html]

Zestaw nadający się do zasilania domków letniskowych, a także domków całorocznych o przeciętnym zużyciu energii.

Pojemność akumulatora – 200 Ah/24 V

Zestaw produkuje następujące ilości energii:

dziennie - 8200 W (średnio) - do 24 kW (maksymalnie)

rocznie – 2900 kW (średnio) – do 8700 kW (maksymalnie)

Cena zestawu netto: 13.700 zł

Zestaw 3 – 1300 W:

1. Elektrownia wiatrowa WE 1000/1 kW – 1 sztuka
2. Moduł fotowoltaiczny 90 W – 4 sztuki
3. Akumulator żelowy 40 Ah - 21 sztuk
4. Regulator napięcia 30 A – 1 sztuka
5. Inverter 230 V/2200 W – 1 sztuka
6. Solartrak na 4 moduły - 1 sztuka
7. Przewody połączeniowe – 20 m.

[http://www.ekoland4.com/zestawy_hybrydowe.html]



Zestaw nadający się do zasilania domków letniskowych, a także domków całorocznych o przeciętnym zużyciu energii.

Pojemność akumulatora – 40 Ah/230 V

Zestaw produkuje następujące ilości energii:

dziennie - 11 kW (średnio) - do 29 kW (maksymalnie)

rocznie – 3900 kW (średnio) – do 10 500 kW (maksymalnie)

Cena zestawu netto: 24.900 zł

Zestaw 4 – 3500 W:

1. Elektrownia wiatrowa INCLIN 3000/3 kW – 1 sztuka
2. Moduł fotowoltaiczny 120 W – 4 sztuki
3. Akumulator żelowy 100 Ah – 8 sztuk
4. Regulator napięcia 50 A – 1 sztuka
5. Inverter 24 V/230 V/1700 W – 1 sztuka
6. Solartrak na 4 moduły - 1 sztuka
7. Przewody połączeniowe – 10 m.

[http://www.ekoland4.com/zestawy_hybrydowe.html]



Zestaw nadający się do zasilania domków letniskowych, a także domków całorocznych o dużym zużyciu energii.

Pojemność akumulatora – 400 Ah/24 V

Zestaw produkuje następujące ilości energii:

dziennie - **30 kW** (średnio) - **do 70 kW (maksymalnie)**

rocznie – **10 900 kW** (średnio) – **do 25 000 kW (maksymalnie)**

Cena zestawu netto: 42.900 zł

Cena netto elektrowni w zależności od mocy zainstalowanej

Moc zainstalowana W+S [W]	Cena netto [zł]
300+60	6950
500+180	9290
1000+150	13 700
1000+360	20 900
3000+480	42 900

[http://www.ekoland4.com/zestawy_hybrydowe.html]

Średnia i maksymalna produkcja energii elektrycznej

Moc zainstalowa- wana [W]	Średnia dzienna produkcja energii [kWh]	Maks. dzienna produkcja energii [kWh]	Średnia roczna produkcja energii [kWh]
400	3,2	9,6	1180
700	5	14	1800
1200	8,2	24	2900
1300	11	29	3900
3500	30	70	10900

[http://www.ekoland4.com/zestawy_hybrydowe.html]



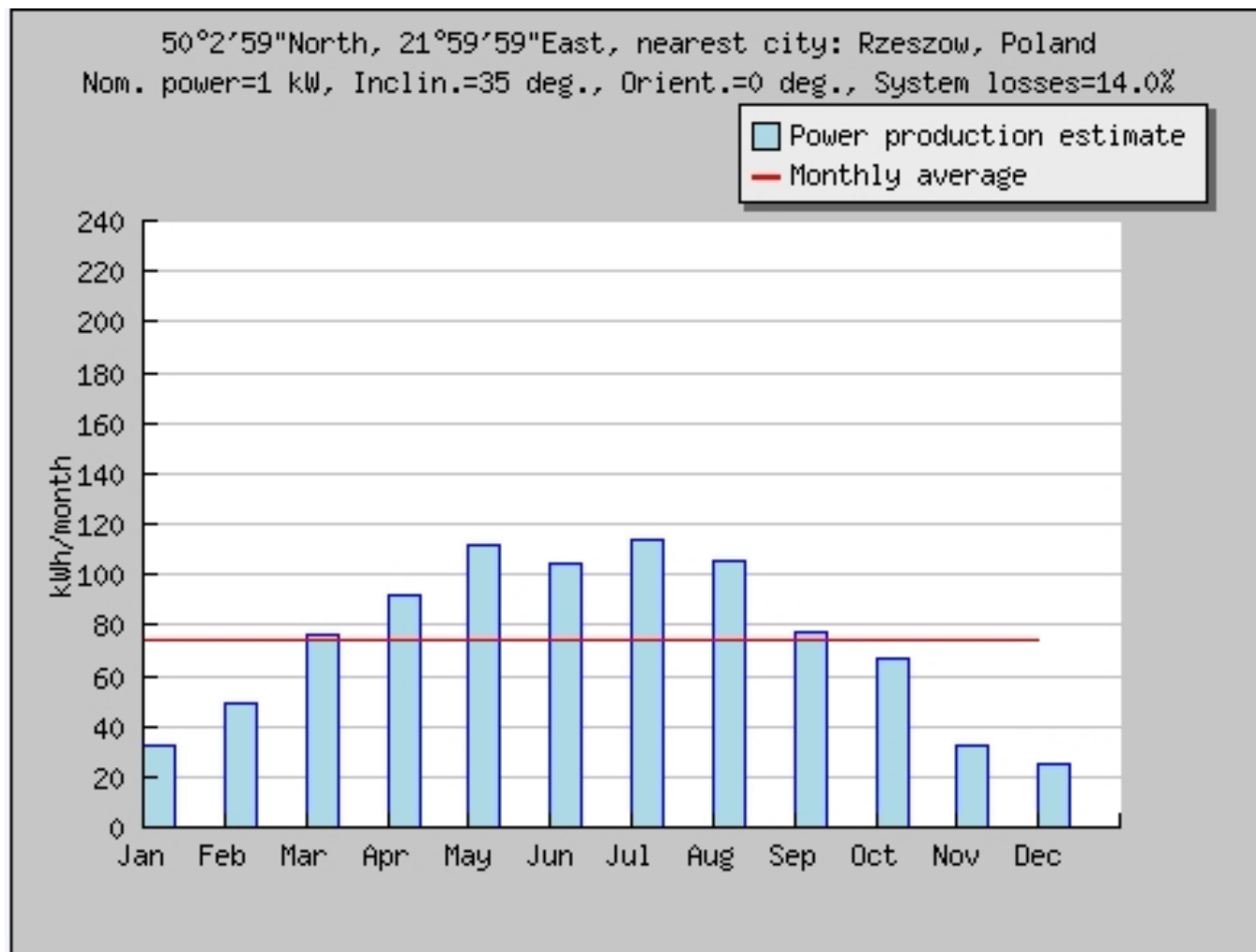
**Całkowicie niezależna od
zewnętrznych źródeł zasilania
wysokowydajna lampa uliczna**
wykorzystująca energię wiatru i słońca,
oparta na oświetleniu w technologii
LED. Wysokość źródła światła chodnik
6m, ulica 7m, 2 x 28W - 2x2900lm.

Cena: 18,299.00 zł

[<http://www.elektrownie-wiatrowe.info>]

**Produkcja energii elektrycznej w elektrowni
hybrydowej złożonej z elektrowni wiatrowej o
mocy 3kW (pozioma oś obrotu) oraz paneli
fotowoltaicznych o mocy 1kW- na podstawie
rzeczywistych danych pomiarowych**

Miesięczna produkcja energii elektrycznej z paneli fotowoltaicznych o mocy 1kW dla Rzeszowa



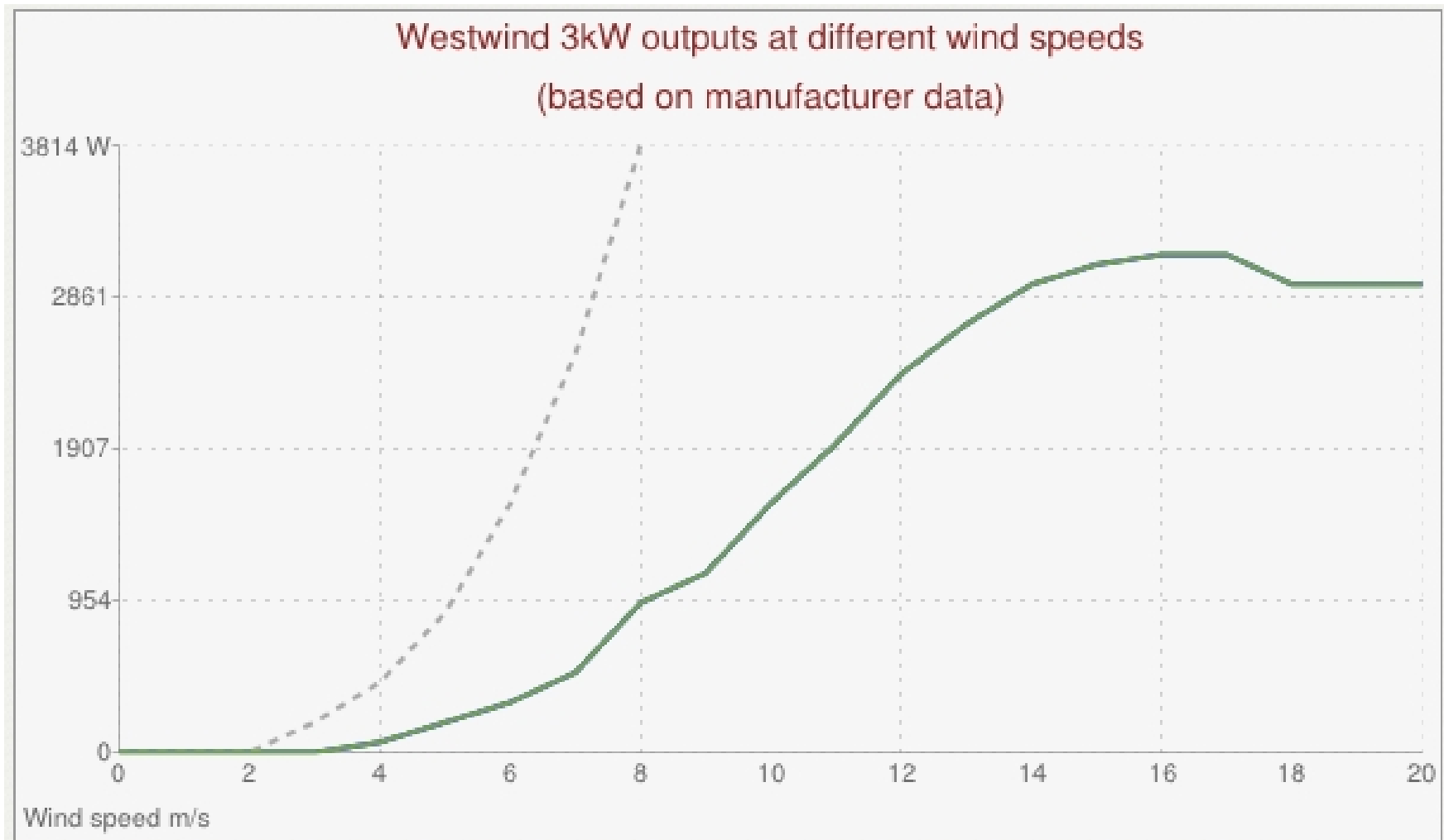
Elektrownia 3kW [Źródło: <http://www.westwindturbines.co.uk>]



3kW Wind Turbine on a guyed
mast tower. French Island,
Victoria, Australia

Krzywa mocy Westwind 3kW Wind Turbine

[źródło: <http://www.bettergeneration.co.uk>]

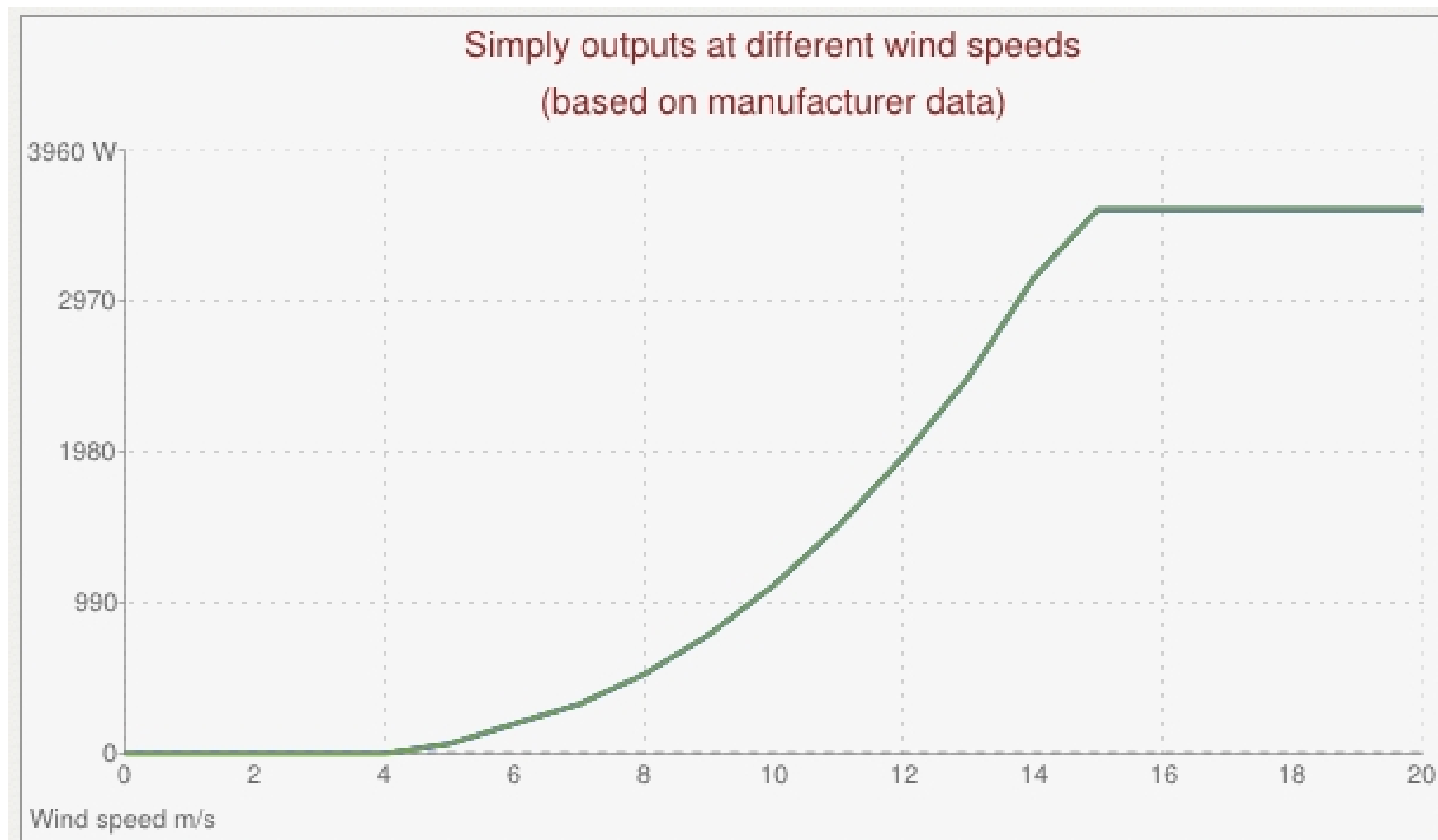


Elektrownia Ropatec Simply 3kW Źródło:
[http://www.impel.cz/vetrne_elektrarny]

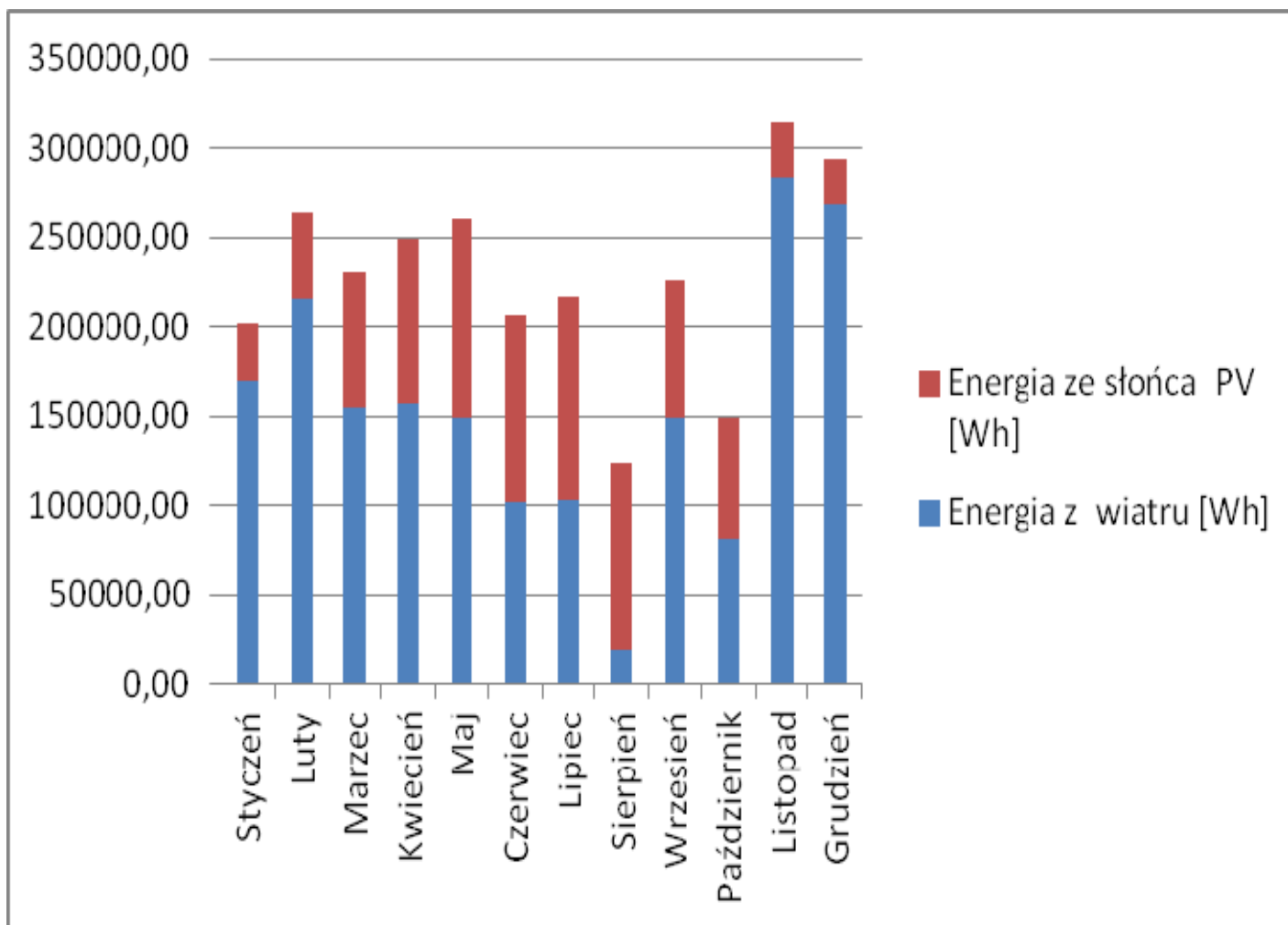


Krzywa mocy elektrowni wiatrowej Ropatec

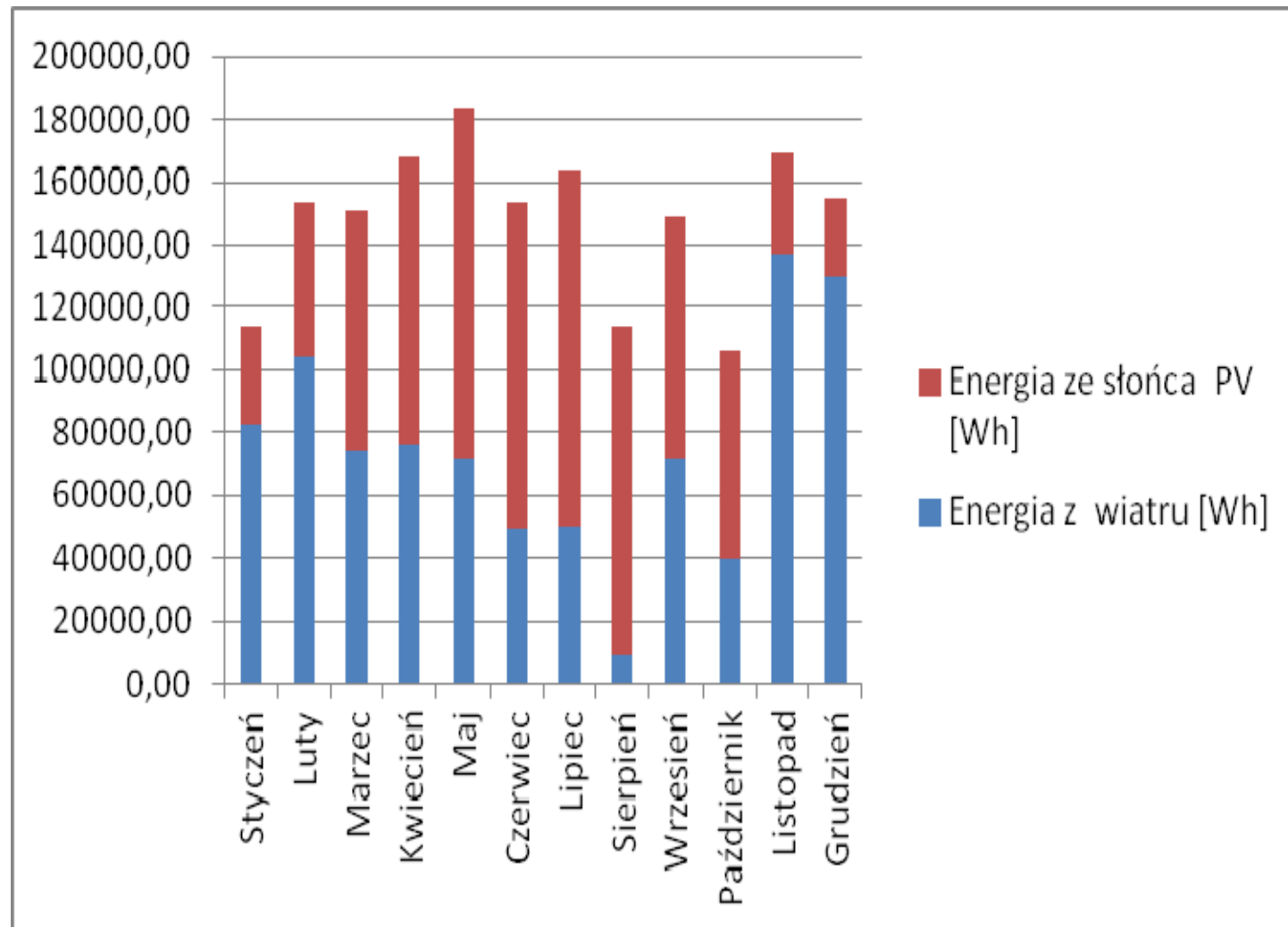
Simply VAWT 3000 W



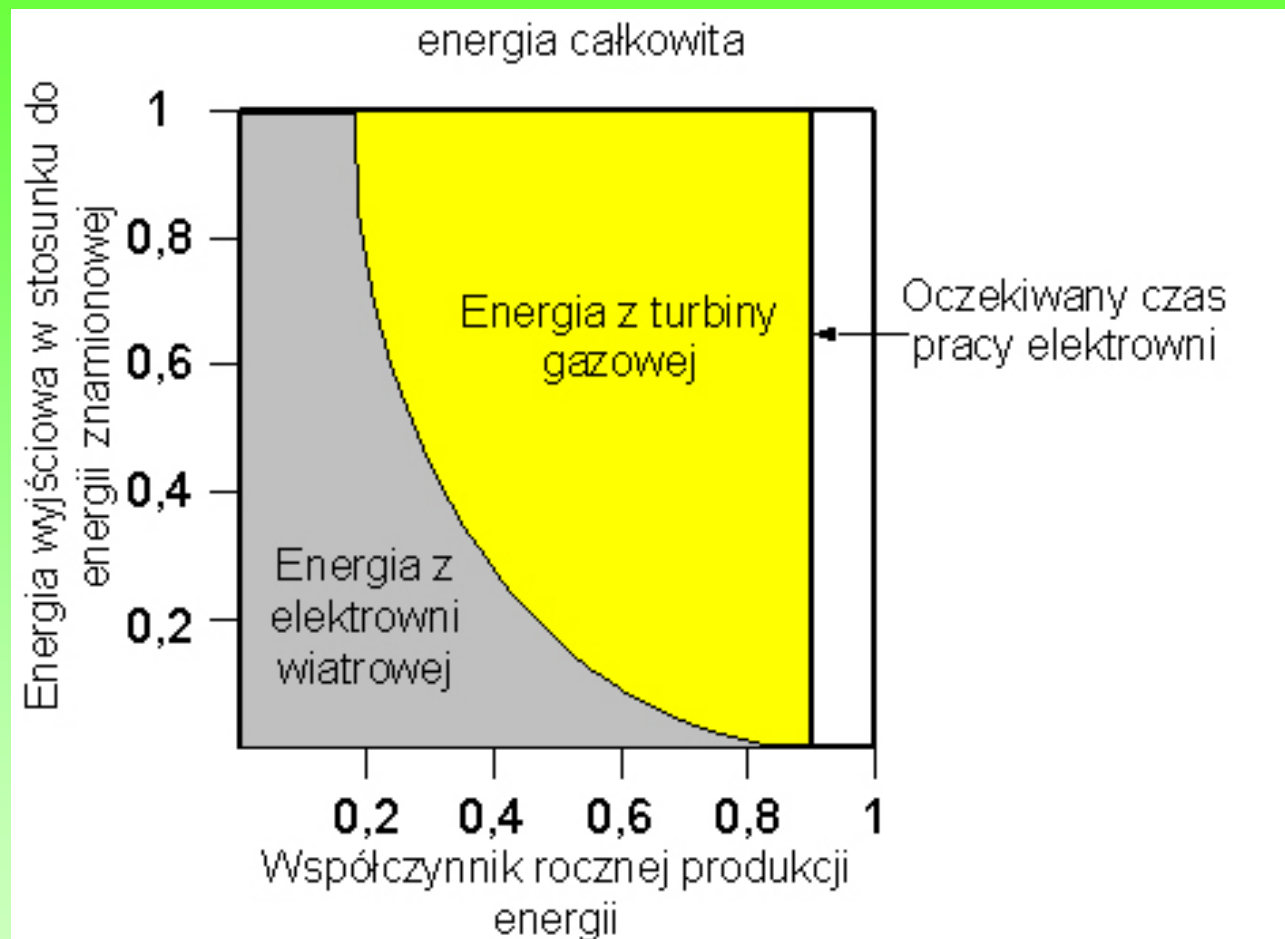
Produkcja energii elektrycznej z elektrowni hybrydowej: Westwind 3kW oraz panelu fotowoltaicznego o mocy 1kW w okolicach Rzeszowa



Produkcja energii elektrycznej z elektrowni hybrydowej: Ropatec Simply 3kW oraz panelu fotowoltaicznego o mocy 1kW w okolicach Rzeszowa



**Koncepcja elektrowni hybrydowej:
wiatrowo-gazowej, wykorzystującej gaz
ziemny ze źróź nieopłacalnych do
eksploatacji, ze względu na niewielkie
zasoby gazu.**



Schemat obiegu energii w elektrowni hybrydowej, złożonej z elektrowni wiatrowej i generatora gazowego

Dziękuję za uwagę