

**doc. dr hab. inż. Piotr Lampart**

**Materiały na stronę internetową projektu Bioenergy Promotion**

[www.imp.gda.pl/bioenergy](http://www.imp.gda.pl/bioenergy)  
[www.bioenergypromoton.net](http://www.bioenergypromoton.net)

### **Energetyka polska w pigułce**

Energetyka polska znajduje się w przededniu wielkiej przebudowy swoich mocy wytwórczych. Przyjęte kierunki unijnej i krajowej polityki energetycznej zmierzają m.in. do poprawy efektywności energetycznej, zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego i dywersyfikacji mocy wytwórczych oraz zwiększenia wykorzystania odnawialnych źródeł energii w ogólnym bilansie energii. Z uwagi na prognozowany dalszy wzrost zużycia energii końcowej w Polsce w perspektywie następnych dwudziestu lat (w przypadku energii elektrycznej jest to wzrost o ponad 50% ze 140 TWh rocznie dzisiaj do 220 TWh w roku 2030), niezbędny jest też istotny wzrost mocy wytwórczych w kraju. Dodatkowo większa część dzisiejszych mocy wytwórczych energii elektrycznej i ciepłej w jednostkach węglowych będzie musiała zostać wycofana (jednostki przestarzałe i wysokoemisyjne) lub odstawiona do głębokiej modernizacji.

Wydaje się, że istotny wzrost mocy wytwórczych energii elektrycznej poza sektorem energetyki scentralizowanej opartej na źródłach kopalnych, który byłby odczuwalny w ogólnym bilansie energii, mogą zapewnić trzy inne sektory energetyki: rolnictwo energetyczne, morska energetyka wiatrowa i elektrownie jądrowe. W perspektywie najbliższych 20-30 lat w każdej z tych dziedzin realny jest przyrost mocy elektrycznej o 5-10GW (przy ok. 35 GW mocy zainstalowanej w Polsce dzisiaj). Rolnictwo energetyczne i energetyka rozproszona oparta na lokalnych źródłach biomasy, czemu poświęcony jest niniejsza publikacja, to oczywiście nie tylko energia elektryczna. Energetyka rozproszona daje możliwość wysokosprawnej kogeneracji lub poligeneracji różnych form energii końcowej, tj. energii transportowej (paliw), energii ciepłej i elektrycznej.

## Czy w Polsce warto rozwijać rolnictwo energetyczne?

Możliwości wykorzystania biomasy z upraw roślin energetycznych zależą od rodzaju biomasy (np. biomasa zdrewniała lub roślin zielonych). Podobnie zapotrzebowanie na konkretną energię końcową określa rodzaj plantacji. W przypadku zapotrzebowania na energię cieplną najbardziej ekonomiczne jest spalanie biomasy w oparciu o technikę kotłową. W zasadzie każdy rodzaj biomasy nadaje się do peletowania i spalania, jednakże dużą plonnością i wartością opałową charakteryzują się rośliny zdrewniałe – np. wierzba energetyczna. Produkcję ciepła warto także połączyć z produkcją prądu w oparciu o obieg termodynamiczny z turbiną parową, co daje podstawy technologii określanej jako kogeneracja w oparciu o zapotrzebowanie na energię cieplną.

Do wysokosprawnej produkcji energii elektrycznej wydaje się, że najbardziej obiecującą technologią jest gazyfikacja (fermentacja) w biogazowni roślin zielonych, takich jak choćby kukurydza czy burak pastewny oraz wykorzystanie biogazu w urządzeniach kogeneracyjnych opartych na silniku spalinowym bądź turbinie gazowej. Produkcję energii elektrycznej warto wówczas połączyć z wykorzystaniem ciepła odpadowego (ciepło spalin, ciepło pochodzące z układu chłodzenia silnika/turbiny). Mówimy wówczas o kogeneracji opartej na produkcji energii elektrycznej.

Produkcja biogazu jest czysta dla środowiska, co ma szczególne znaczenie w regionach o wysokich walorach przyrodniczych. Biogaz może być także produkowany z odpadów organicznych, m.in. odpadów z produkcji zwierzęcej – ważnym substratem biogazowni rolniczych jest gnojowica. Biogaz stanowi nie tylko cenny surowiec do produkcji energii cieplnej i elektrycznej. Oczyszczony i uszlachetniony biogaz rokuje na przyszłość jako substytut gazu naturalnego i uniwersalne paliwo drugiej generacji. Może być zataczany do sieci gazu ziemnego i wykorzystywany do celów transportowych. Podobnie uniwersalnym paliwem drugiej generacji jest bioetanol jako produkt rozkładu biomasy lignocelulozowej (zdrewniałej) w biorafinerii.

Potencjał rolnictwa energetycznego w Polsce jest ogromny. Grunty rolne w Polsce zajmują ok. 18 mln ha, z czego na potrzeby żywnościowe wystarcza 4-5 mln ha. Plantacje wierzby energetycznej o powierzchni 1 mln ha przeznaczonej do spalania w ciepłowni to podaż energii pierwotnej równa 125 TWh rocznie przy założeniu wydajności biomasy o wilgotności 15-20% na poziomie 25 ton / (ha rok) i wartości opałowej 18 MJ/kg (1 mln ha x 25 ton / (ha rok) x 18 MJ/kg = 450 mln GJ rocznie = 125 TWh rocznie. Przy kogeneracji w oparciu o technikę kotłową i obieg termodynamiczny z turbiną parową można pozyskać ok. 20 TWh energii elektrycznej (przy założeniu sprawności produkcji energii elektrycznej na poziomie 1/6) oraz ok. 90 TWh energii cieplnej. To wielkie ilości energii biorąc pod uwagę, że obecne zapotrzebowanie na energię kształtuje się na poziomie: energia elektryczna 140 TWh, cieplna 240 TWh, transportowa 150 TWh.

Podobnie można określić potencjał rolnictwa energetycznego w odniesieniu do zastosowań technologii biogazowych. Przy obecnym potencjale fermentacyjnym (kukurydza, burak pastewny) na poziomie 5000 m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/(ha rok) i wartości opałowej metanu 36 MJ/m<sup>3</sup>, wielkość energii pierwotnej do uzyskania z 2 mln hektarów upraw wynosi 2 mln ha x 5000 m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/(ha rok) x 36 MJ/m<sup>3</sup> = 360 mln GJ rocznie = 100 TWh rocznie. Przy założeniu sprawności produkcji energii elektrycznej na poziomie 1/3 otrzymuje się 33 TWh energii

elektrycznej. Większa część pozostałego ciepła odpadowego, przyjmijmy, że jest to ok. 50 TWh, zostanie tu wykorzystana na potrzeby procesów technologicznych i w ciepłownictwie.

Rozwój rolnictwa energetycznego i energetyki rozproszonej to nie tylko zaspokojenie potrzeb energetycznych, ale także aktywizacja zawodowa ludności i rozwój obszarów wiejskich – rozwój małej i średniej przedsiębiorczości na terenach wiejskich, wzrost zatrudnienia, wzrost dochodu z podatków i promocja regionów. Beneficjentami rozwoju rolnictwa energetycznego są niewątpliwie przedsiębiorcy inwestujący w kompleksy agroenergetyczne i siłownie kogeneracyjne, a zatem producenci biopaliw oraz różnych form energii końcowej, przedsiębiorstwa innowacyjno-wdrożeniowe, producenci urządzeń i instalacji, stanowiących wyposażenie technologiczne kompleksów agroenergetycznych i siłowni oraz plantatorzy roślin energetycznych.

Rozwój rolnictwa energetycznego, szczególnie w kontekście rynku paliw drugiej generacji (biogaz, bioetanol), napotyka na szereg barier o charakterze organizacyjnym, prawnym i ekonomicznym. Wymieńmy tu chociażby często brak dostępu do sieci elektroenergetycznej na obszarach wiejskich oraz brak możliwości odbioru nadwyżek ciepła. Kluczowe są też wysokie koszty inwestycji. Dla biogazowni rolniczych opartych na technologii NAWARO (Niemcy) jest to kwota ponad 3 mln euro / 1MWe. Należy oczekiwać, że w perspektywie kilku lat koszty te mogą zostać znacząco zredukowane w następstwie prowadzonych w kraju prac badawczo-wdrożeniowych i dzięki rozwojowi zaplecza technicznego dla instalacji biogazowni i biorafinerii.

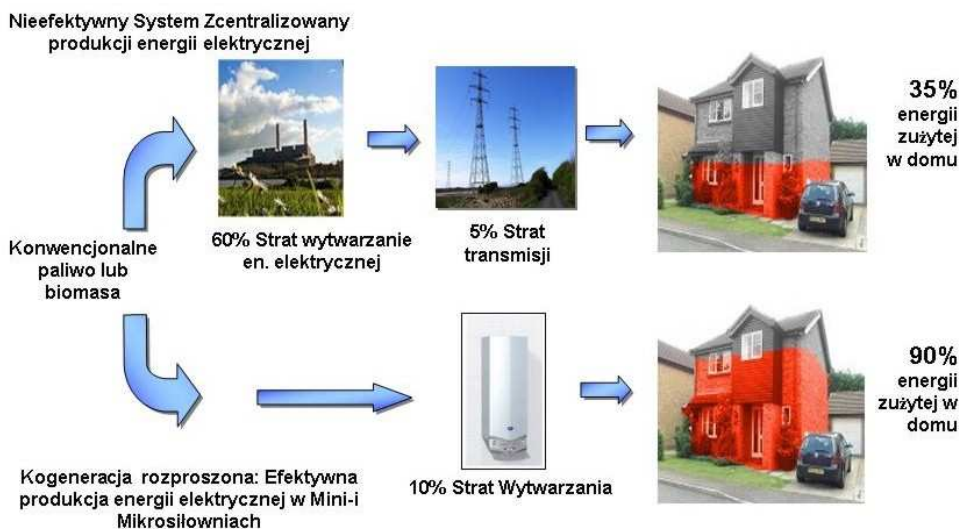
## Dlaczego kogeneracja rozproszona?

Scentralizowane, klasyczne elektrownie dużej mocy są w stanie dostarczyć nam, w rachunku końcowym, energię elektryczną do naszych domów ze sprawnością około 35%. Sytuację można poprawić wytwarzając w dużych jednostkach wytwórczych jednocześnie energię elektryczną i ciepłą budując elektrociepłownie. Poważnym ograniczeniem dla dużych jednostek kogeneracyjnych jest jednakże zapotrzebowanie na ciepło. O ile zimą jest na nie pełne pokrycie, to latem sytuacja może wyglądać inaczej.

Rozwiązaniem może tu być kogeneracja rozproszona, a więc produkcja ciepła i prądu w małych jednostkach wytwórczych opartych na lokalnych zasobach pierwotnych źródeł energii. Kalkulacje ekonomiczne wypadają w tym przypadku inaczej, ponieważ w małej skali ciepło potrzebne jest również latem. W efekcie możemy dostarczać energię do naszych domów z ok. 90 % sprawnością. Jest to bardzo przekonujący argument na rzecz energetyki rozproszonej, zwłaszcza jeśli jest ona oparta na lokalnych źródłach odnawialnych.

W źródłach rozproszonych stosowane są różne technologie wytwarzania energii elektrycznej i ciepłej. Mogą to być małe elektrownie konwencjonalne, ciepłownie lub elektrociepłownie węglowe, kotłownie biomasowe, elektrownie wodne, farmy wiatrowe, morskie farmy wiatrowe, elektrownie słoneczne, stacje ogniwo paliwowych i magazynów energii, biogazownie i biorafinerie, rys. 8. W tych ostatnich odbywa się zresztą skojarzona produkcja paliw drugiej generacji i energii. Jakkolwiek za górną granicę mocy jednostek zaliczanych do energetyki rozproszonej uważa się 100-150 MW, nasze dalsze rozważania dotyczyć będą energetyki rozproszonej w małej skali dotyczącej mocy jednostek do 5 MWe.

Energia wyprodukowana w jednostkach mikro i małej energetyki rozproszonej trafia w pierwszej kolejności do lokalnego odbiorcy. Rozróżnia się generację na użytek własny gospodarstw, budynków przedsiębiorstw, obiektów administracji i użyteczności publicznej. Nadwyżki energii elektrycznej przekazywane są rozdzielczych sieci elektroenergetycznych. Nadwyżki ciepła trafiają do lokalnych sieci ciepłowniczych. Wyprodukowane paliwa mogą zostać wykorzystane dla celów transportowych lub być zatłoczone do lokalnych sieci paliwowych.



*Zalety produkcji ciepła i prądu w małych i rozproszonych jednostkach wytwórczych (mini- i mikrośilowniach)*

Wśród podstawowych zalet energetyki rozproszonej należy wymienić:

- możliwość wykorzystania lokalnych zasobów energetycznych, w tym w szczególności odnawialnych źródeł energii,
- możliwość produkcji różnych rodzajów energii w kogeneracji w miejscu zapotrzebowania na ciepło,
- uniknięcie nadmiernej mocy zainstalowanej,
- zmniejszenie obciążenia szczytowego,
- redukcja strat przesyłowych,
- zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego przez dywersyfikację źródeł energii,
- redukcję emisji gazów cieplarnianych (kogeneracja, odnawialne źródła energii).

Wśród wad energetyki rozproszonej należy wymienić:

- nieprzewidywalność produkcji energii z niektórych źródeł (elektrownie wiatrowe, słoneczne) i konieczność utrzymania rezerw mocy,
- wysokie początkowe nakłady inwestycyjne,
- wysokie koszty przyłączenia opomiarowania i bilansowania energii na jednostkę mocy wytworzonej.

Polityka Unii Europejskiej jest bardzo korzystna dla wytwarzania energii w jednostkach energetyki rozproszonej i w oparciu o odnawialne źródła energii. Przykładami są:

- dyrektywa 2004/8/WE w sprawie promocji kogeneracji,
- dyrektywa 2003/87/WE w sprawie ustanowienia handlu przydziałami emisji gazów cieplarnianych,
- dyrektywa 2003/96/WE w sprawie restrukturyzacji opodatkowania produktów energetycznych i energii elektrycznej,
- dyrektywa 2001/77/WE określająca udział energii elektrycznej wytwarzanej ze źródeł odnawialnych dla poszczególnych krajów.

Na wzrost opłacalności wytwarzania energii w jednostkach energetyki rozproszonej wpływa system zachęt ekonomicznych, np. za zieloną energię (zielone certyfikaty), za kogenerację (czerwone certyfikaty), za efektywność energetyczną oraz tzw. płytke opłaty za przyłączenie do sieci.

Istnieje też szereg regulacji, które mogą działać zarówno na korzyść jak i na niekorzyść wywarzania energii w jednostkach energetyki rozproszonej, np.:

- regulacje dotyczące przyłączenia do sieci,
- regulacje środowiskowe odnośnie emisji gazów cieplarnianych i innych szkodliwych gazów (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>), zanieczyszczeń pyłowych, emisji hałasu, zszpecenia krajobrazu, oddziaływania na środowisko,
- regulacje dotyczące bezpieczeństwa i bezpiecznej eksploatacji.

## Biogazownie

Biogazownie to instalacje służące do produkcji biogazu z m.in. biomasy roślinnej, biomasy ściekowej, odchodów i zwierzęcych lub pozostałości przemysłu rolno-spożywczego. Biogaz otrzymywany w biogazowni jest doskonałym paliwem odnawialnym, jego głównym składnikiem jest metan. Biogaz może być więc wykorzystywany na wiele sposobów, podobnie jak gaz ziemny, m.in.: do produkcji energii elektrycznej i ciepłej (w miejscu wytworzenia biogazu), do napędu pojazdów oraz może być zatłaczany do sieci gazowej.

W Chinach jest ponad 5 mln biogazowni, większość wykonanych sposobem gospodarczym. Pracują w oparciu o podziemne komory fermentacyjne i służą do produkcji energii ciepłej i elektrycznej na potrzeby pojedynczych gospodarstw.

W Niemczech i Danii pracuje kilka tys. biogazowni, duża ich część reprezentuje najwyższy poziom technologiczny. W Polsce istnieje ponad 100 biogazowni zlokalizowanych przy oczyszczalniach ścieków i wysypiskach wielkomiejskich. Powstało też ok. 10 biogazowni rolniczych. Największa na świecie biogazownia jest zainstalowana w Niemczech w miejscowości Penkun, ok. 10 km od granicy z Polską - ma moc elektryczną 20 MW.

Biogaz w biogazowni powstaje w wyniku fermentacji metanowej, czyli w procesie beztlenowego rozkładu substancji organicznych do metanu i dwutlenku węgla przy udziale bakterii. Proces ten składa się z czterech faz:

- faza hydrolizy (związki organiczne, czyli białka, węglowodory, tłuszcze, ulegają reakcjom hydrolizy przy katalitycznym udziale enzymów bakterii z grupy względnych beztlenowców),
- faza acidogenezy (produkty hydrolizy przetwarzane są przez fakultatywne bakterie acidogenne do prostych kwasów organicznych, alkoholi, aldehydów oraz wodoru i dwutlenku węgla),
- faza octanogenezy (kwasy organiczne rozkładane są do kwasu octowego dzięki współpracy różnych gatunków bakterii),
- faza metanogenezy (bakterie metanowe przetwarzają produkty poprzednich faz: kwas octowy, dwutlenek węgla i wodór na metan).

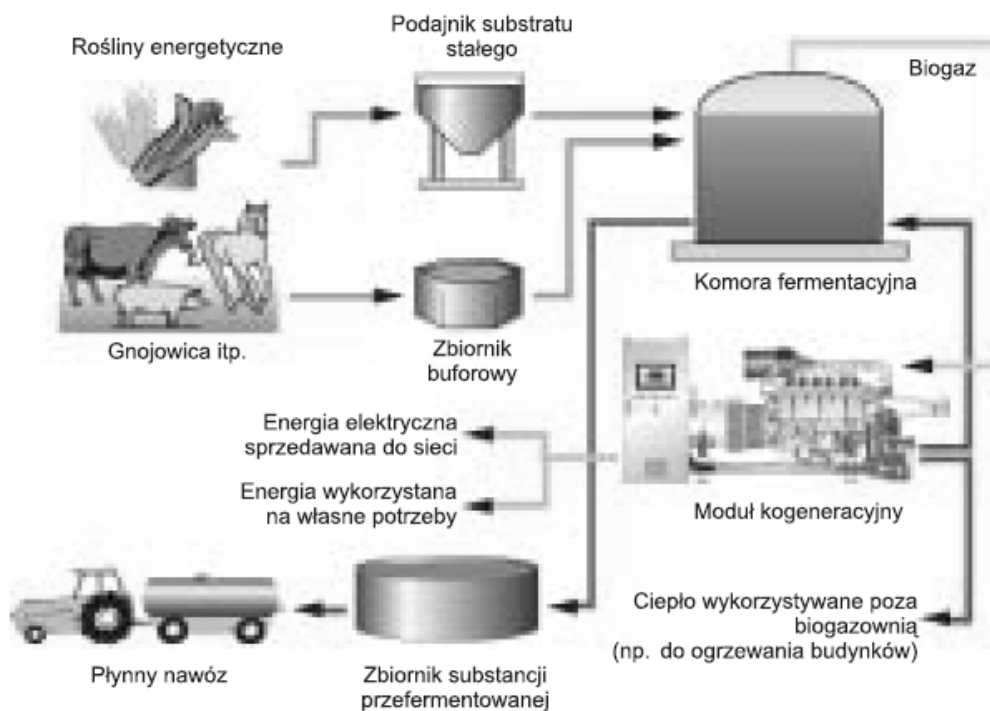
W zależności od temperatury fermentacji wyróżniamy 3 rodzaje fermentacji:

- psychrofilna - zachodzi w temperaturze otoczenia, trwa powyżej 3 miesięcy,
- mezofilna - zachodzi w temperaturze 30 - 37°C w zamkniętych komorach fermentacyjnych, trwa ok. 12 - 36 dni,
- termofilna - zachodzi w temperaturze 52 - 55°C w zamkniętych komorach fermentacyjnych, trwa ok. 12 - 14 dni.

Znaczenie techniczne posiada fermentacja mezofilna i termofilna. Biogaz powstający w procesie fermentacji psychrofilnej zwykle nie jest wychwytywany i stanowi zanieczyszczenie atmosfery.

Podstawowe urządzenia biogazowni to zbiorniki surowca wsadowego, komora fermentacyjna, zbiorniki biogazu, urządzenia do produkcji energii elektrycznej i ciepłej oraz zbiorniki osadu pofermentacyjnego.

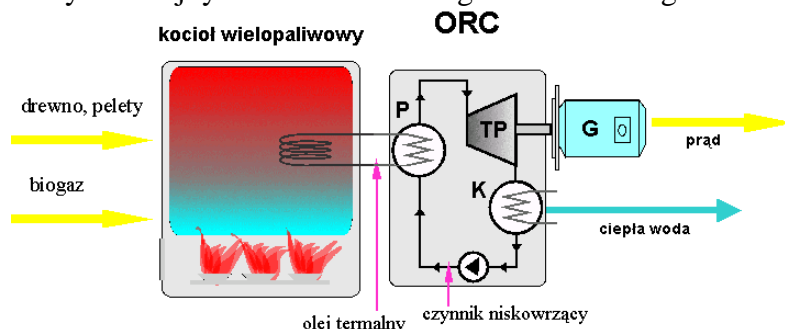
## Biogazownia na rośliny energetyczne i odpady z hodowli



*Schemat biogazowni rolniczej; źródło CES*

### Kogeneracja w małej skali

W Instytucie Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku (koordynator BKEE) prowadzone są prace nad prototypem szeregu urządzeń kogeneracyjnych. Podstawowa technologia kogeneracji opiera się na obiegu parowym ORC (ang. Organic Rankine Cycle) współpracującym z ekologicznym kotłem wielopaliwowym. Podstawowymi elementami składowymi mikro/mini-siłowni są: kocioł, turbina z generatorem, wymienniki ciepła (podgrzewacz, parownik, skraplacz), pompa obiegowa czynnika roboczego i pompa obiegowa oleju termalnego. W przyjętym rozwiązaniu prąd elektryczny stanowiący ok. 10-20% mocy cieplnej to produkt uboczny będący czystym zyskiem. Na cele ciepłownicze wykorzystuje się ciepło przegrzania i kondensacji czynnika roboczego układu ORC. Rozwiązanie to jest ciekawe ze względu na jego szczególną predyspozycję do wykorzystania niskotemperaturowych źródeł ciepła przy zastosowaniu czynnika niskowrzącego pracującego w organicznym obiegu Rankine'a. Wielką zaletą układów bazujących na ORC jest możliwość utylizacji różnych rodzajów paliwa i możliwość zastosowania budowy modułowej – a zatem łatwość dostosowania do wymaganego zakresu mocy. Opracowywane są koncepcje urządzeń dla odbiorców indywidualnych o mocy do 20kWc i 4kWe oraz na potrzeby kompleksów agroenergetycznych o mocy modułu do 200kWc i 40kWe (docelowo: 5MW i 1 MW odpowiednio). Aktualnie trwają prace w ramach kilku projektów finansowanych ze środków funduszy strukturalnych i unijnych w ramach 7 Programu Ramowego.

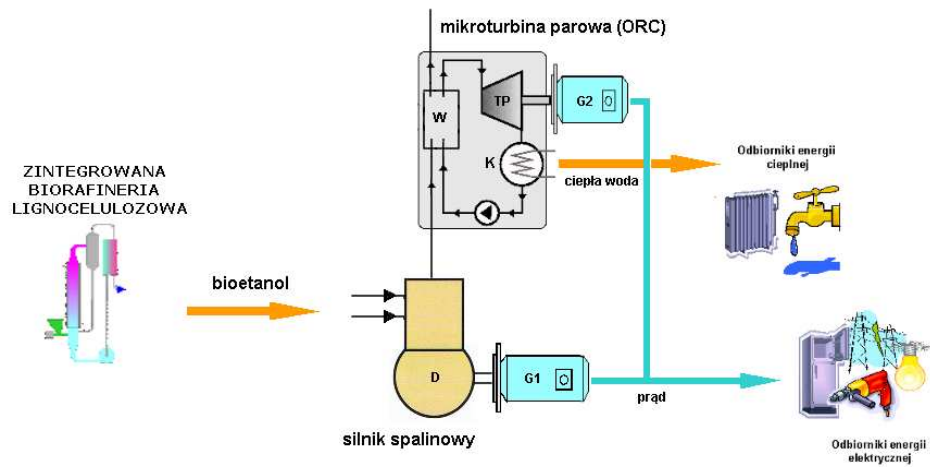


*Mikro/mini-siłownia kogeneracyjna w obiegu parowym;*

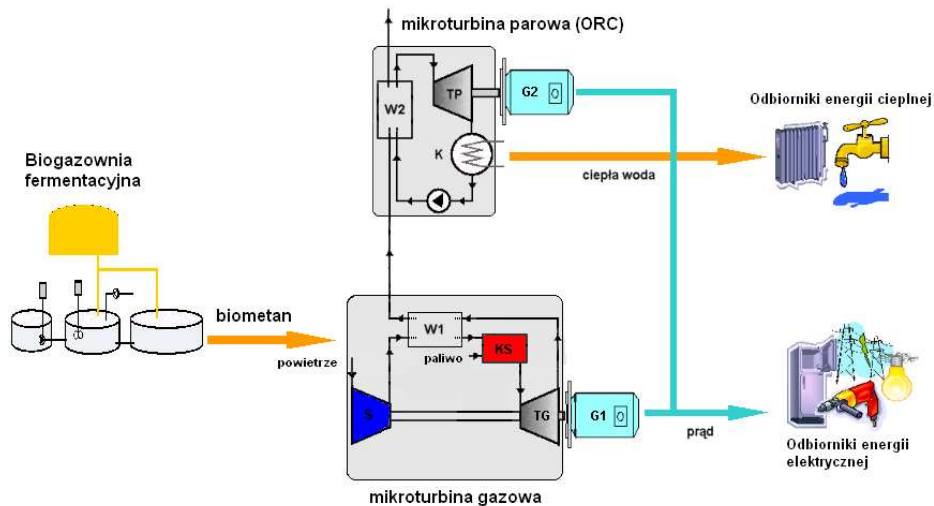
*P – parownik, TP – turbina parowa, K – kondensator, G – generator.*

Z myślą o rozwijaniu technologii mikrośilowni kogeneracyjnych charakteryzujących się wysoką sprawnością produkcji energii elektrycznej (40-50%) w IMP PAN prowadzone są prace studialne nad realizacją obiegów kombinowanych gazowo/parowych. Wydaje się, że największą rolę odegrają tu jednostki o mocy 0.5-1MWe. Podstawowy obieg siłowni to obieg silnika spalinowego lub turbiny gazowej, gdzie generator napędzany jest przez silnik spalinowy / turbinę gazową. Dodatkowym obiegiem jest obieg parowy ORC pracujący na ciepłe odpadowym stanowiącym ciepło spalin oraz ciepło chłodzenia silnika / turbiny. Turbina parowa w obiegu ORC napędza dodatkowy generator, który produkuje dodatkową energię elektryczną. Ciepło przegrzania i kondensacji czynnika roboczego układu ORC jest wówczas wykorzystywane na cele ciepłownicze.





B



Schematy minisilowni kogeneracyjnych w układzie kombinowanym: A – silnik spalinowy + układ ORC; B – turbina gazowa + układ ORC; TP – turbina parowa, K – kondensator, G1, G2 – generatory, W, W1, W2 – wymienniki ciepła.

## Czy warto inwestować w produkcję bioenergii?

Producenci bioenergii mogą liczyć na szereg mechanizmów wsparcia, na które składają się:

- obowiązek zakupu bioenergii nakładany na instytucje zajmujące się obrotem energii,
- dodatkowe przychody wytwórców bioenergii,
- wsparcie inwestycji poprzez fundusze strukturalne, w tym Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko, Regionalne Programy Operacyjne, Program Rozwoju Obszarów Wiejskich, dofinansowanie w ramach Narodowego oraz Wojewódzkich Funduszy Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

I tak:

- Dystrybutor energii elektrycznej jest zobowiązany do zakupu energii elektrycznej wytworzonych w odnawialnych źródłach energii przyłączonych do sieci znajdujących się w obszarze działania dystrybutora, oferowanej przez przedsiębiorstwa energetyczne, które uzyskały koncesje na jej wytwarzanie. Zakup ten odbywa się po średniej cenie sprzedaży energii elektrycznej w poprzednim roku kalendarzowym.
- Przedsiębiorstwo energetyczne zajmujące się obrotem ciepłem i sprzedające to ciepło jest obowiązane do zakupu oferowanego ciepła wytwarzanego w przyłączonych do sieci odnawialnych źródłach energii znajdujących się na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, w ilości nie większej niż zapotrzebowanie odbiorców tego przedsiębiorstwa, przyłączonych do sieci, do której są przyłączone odnawialne źródła energii.
- Operator systemu elektroenergetycznego, w obszarze swojego działania, jest obowiązany do odbioru energii elektrycznej wytworzonej w wysokosprawnej kogeneracji w źródłach znajdujących się na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej przyłączonych bezpośrednio do sieci tego operatora.
- Operator systemu elektroenergetycznego, w obszarze swojego działania, jest obowiązany zapewnić wszystkim podmiotom pierwszeństwo w świadczeniu usług przesyłania lub dystrybucji energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnych źródłach energii oraz w wysokosprawnej kogeneracji, z zachowaniem niezawodności i bezpieczeństwa krajowego systemu elektroenergetycznego.

Przychody wytwórcy zielonej energii pochodzą z dwóch źródeł: przychód ze sprzedaży fizycznej energii elektrycznej (po średniej cenie sprzedaży energii elektrycznej w poprzednim roku kalendarzowym) oraz przychód ze sprzedaży praw majątkowych wynikających ze świadectw pochodzenia, które stanowią potwierdzenie wytworzenia energii elektrycznej w odnawialnym źródle energii lub w kogeneracji.

- Prawa majątkowe wynikające ze świadectwa pochodzenia są zbywalne i stanowią towar giełdowy. Rejestr świadectw pochodzenia prowadzi Towarowa Giełda Energii SA.
- Na każdym przedsiębiorstwie energetycznym zajmującym się wytwarzaniem energii elektrycznej lub jej obrotem, które sprzedaje tę energię odbiorcom końcowym, przyłączonym do znajdującej się na terenie naszego kraju sieci, ciąży obowiązek uzyskania i przedstawienia do umorzenia Prezesowi Urzędu Regulacji Energetyki (URE) świadectw pochodzenia, które stanowi potwierdzenie wytworzenia energii elektrycznej w źródle odnawialnym.

- Co rok każdy przedsiębiorca powinien rozliczyć się z obowiązku uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia energii oraz świadectw pochodzenia z kogeneracji za poprzedni rok kalendarzowy lub uiścić opłatę zastępczą stosownej wielkości. Wymagany udział ilościowy sumy energii elektrycznej wytworzonej z odnawialnych źródeł energii oraz sumy energii elektrycznej wytworzonej w kogeneracji, w całkowitej rocznej sprzedaży energii elektrycznej przez przedsiębiorstwo, został określony w rozporządzeniach Ministra Gospodarki z dn. 26 września 2007 i 14 sierpnia 2008.
- Przedsiębiorstwo energetyczne zajmujące się wytwarzaniem energii elektrycznej w odnawialnych źródłach energii o łącznej mocy elektrycznej nieprzekraczającej 5 MW zwolnione jest z opłat za wpis do rejestru świadectw pochodzenia oraz dokonane zmiany w rejestrze, z opłaty skarbowej za wydanie świadectwa pochodzenia oraz z opłaty skarbowej za wydanie koncesji na wytwarzanie energii elektrycznej w odnawialnych źródłach energii.
- Energia elektryczna wytwarzana z odnawialnych źródeł energii zwolniona jest z akcyzy. Przyjmuje się zerową stawkę akcyzy na biogaz.