

## **Mikrogeneracja ciepła i energii elektrycznej w lokalnych systemach zasilania**

**Autor: Radosław Szczerbowski, Politechnika Poznańska**

(„Energia Elektryczna” – styczeń 2011)

**W obliczu wyczerpywania się nieodnawialnych źródeł energii, odnawialne źródła energii (OZE) odrywają coraz istotniejszą rolę w energetyce. Połączenie wytwarzania energii elektrycznej i ciepła, wykorzystywanej bezpośrednio do zasilania domów lub wprowadzanej do lokalnej sieci ciepłej i elektrycznej nazywane jest mikrogeneracją. Technologia taka pozwala funkcjonować budynkom w charakterze małych elektrowni, w których zamontowane źródła mogą produkować energię nie tylko wykorzystywaną w tych samych obiektach, ale również w przypadku nadwyżek energii pozwala przekazywać ją do lokalnej sieci energetycznej [1,5].**

W klasycznych systemach energetycznych energia elektryczna jest wytwarzana w elektrowniach zawodowych i dostarczana do użytkowników za pomocą linii przesyłowych wysokiego napięcia oraz sieci rozdzielczych średniego i niskiego napięcia. Korzyści w postaci tańszej energii, bezpieczeństwa energetycznego i mniejszej emisji spalin oraz mniejszych strat przesyłowych może przynieść generacja rozproszona, oparta na małych jednostkach wytwórczych o mocy od kilkunastu do kilkuset kW energii elektrycznej i ciepła, produkowanych w skojarzeniu. Mikrogeneracja w układach położonych w bezpośrednim sąsiedztwie odbiorców energii może wykorzystywać również lokalne zasoby paliw, w tym biopaliw i energii z OZE. Zaletą generacji rozproszonej są niskie koszty rozbudowy sieci i związane z ich eksploatacją straty energii.

W ostatnich latach rozwój sieci energetycznych stał się wyzwaniem dla rozwoju nowych technologii generacji energii elektrycznej na małą i średnią skalę. W wielu krajach rozwinęła się tendencja tworzenia aktywnych sieci rozdzielczych SN i nn, których rozproszone źródła dostarczają coraz więcej mocy do systemu elektroenergetycznego (rys. 1). Określenie „mikrosieć” oznacza zbiór powiązanych źródeł, odbiorów i ewentualnie zasobników energii przyłączonych do sieci głównej, zdolnych także do samodzielnej pracy wyspowej. Ponadto rozwój automatyki, informatyki i telekomunikacji sprawił, że realna stała się koncepcja powstania tzw. sieci smart grid [13].

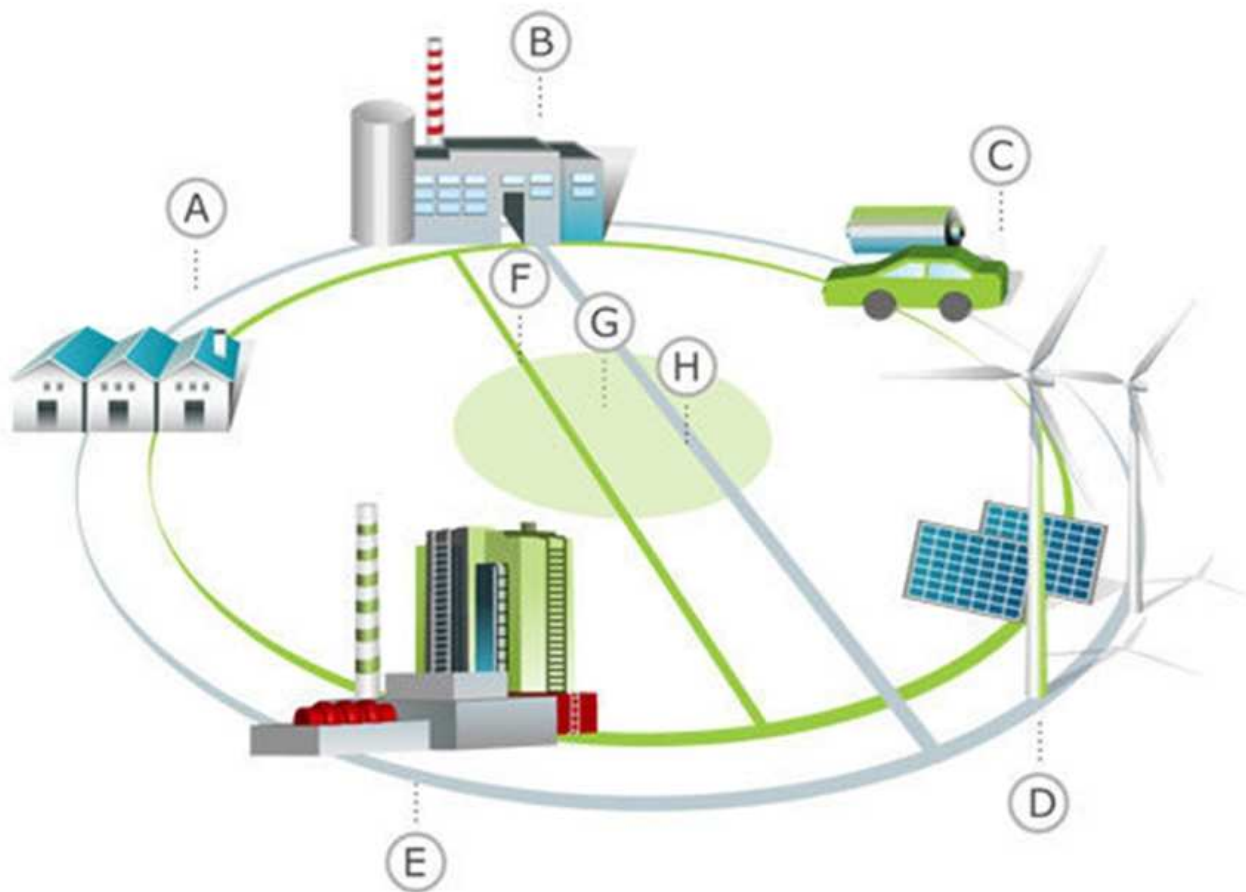
### **Energetyka wiatrowa**

Energetyka wiatrowa to nie tylko ogromne farmy wiatrowe. To również małe turbiny wiatrowe, które produkują energię dla jednego budynku lub kilku gospodarstw domowych. Małe turbiny wiatrowe to urządzenia o mocach wytwórczych od 1 do 100 kW. Małe turbiny wiatrowe mają kilka zalet:

- mogą pracować już przy wiatrach wiejących z prędkością 2-3 m/s
- mogą pracować w dość ekstremalnych warunkach (silne wiatry, szeroki zakres temperatur od -50°C do +50°C)
- instalacja małych turbin wiatrowych jest stosunkowo łatwa
- koszty inwestycyjne są niewielkie

Dodatkowy atut małych elektrowni wiatrowych to fakt, że nie muszą być wydawane na nie pozwolenia. Dotyczy to jednak tylko tych turbin, które nie są trwale związane z gruntem [10].

Rys. 1. Zdecentralizowany system energetyczny.



A - odbiorcy indywidualni

B - odbiorcy przemysłowi

C - akumulacja energii

D - zdecentralizowana generacja energii elektrycznej

E - elektrownie i elektrociepłownie systemowe

F - sterujące systemy informatyczne

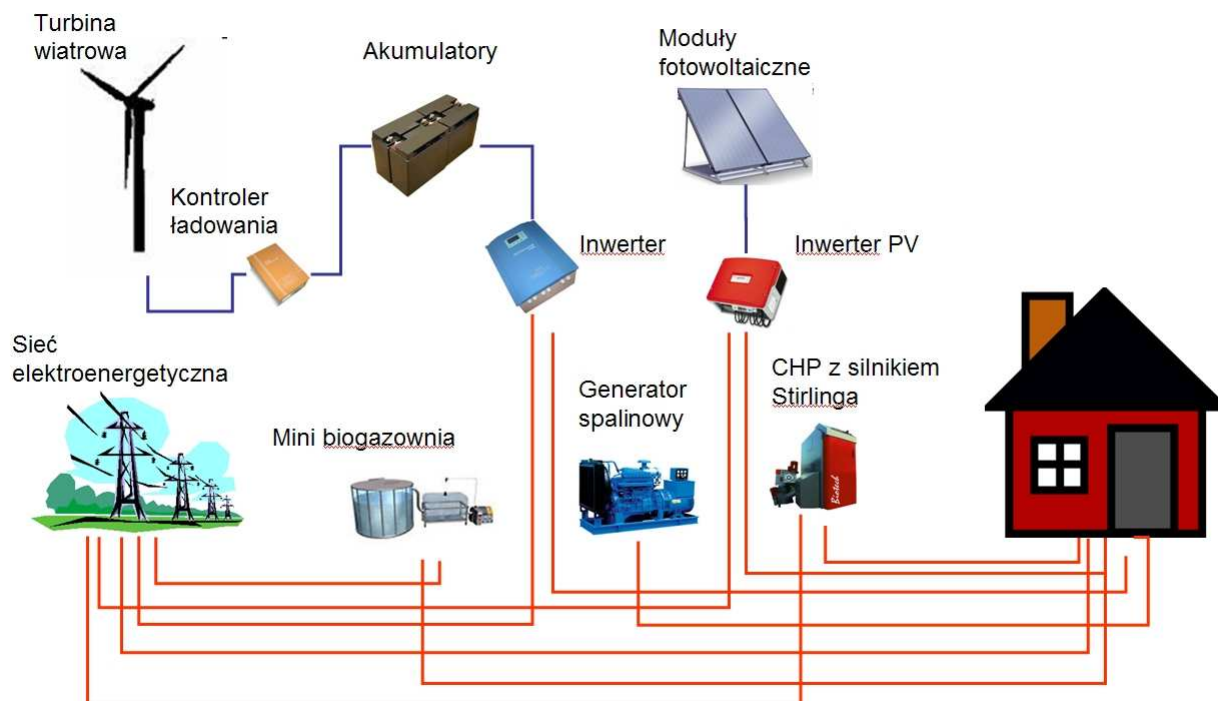
G - rynek energii

H - sieci elektroenergetyczne

## Fotowoltaika

Fotowoltaika jest jednym ze sposobów wykorzystania energii słonecznej. Główną zaletą instalacji z ogniw fotowoltaicznych jest ich niezawodność, lekkość oraz możliwość uzyskiwania darmowej energii elektrycznej o parametrach sieciowych na potrzeby gospodarstwa domowego w sposób praktycznie bezobsługowy. Dlatego stają się coraz bardziej powszechne w autonomicznych systemach prądotwórczych oraz układach podłączonych bezpośrednio do sieci elektroenergetycznej. Energia elektryczna wytwarzana jest w pojedynczych, małych ogniwach. Produkcja energii elektrycznej przy pomocy ogniw słonecznych odbywa się z relatywnie dużą sprawnością, wynoszącą 13-18 proc. W Polsce, z powodu niewielkiego wsparcia dla fotowoltaiki, wzrost montowanych modułów jest niewielki.

Rys. 2. Podłączenie mikroźródeł do systemu elektroenergetycznego i budynku.



## Małe elektrownie biogazowe

Małe elektrownie biogazowe o mocy elektrycznej kilkunastu kilowatów mogą z powodzeniem zasilac w energię elektryczną pojedyncze budynki, a przy większych mocach nawet niewielkie osiedla. Takie rozwiązanie może być efektywne na terenach wiejskich lub na obszarach oddalonych od sieci elektrycznych. Mała elektrownia biogazowa może pracować w układzie hybrydowym z elektrownią wiatrową, fotowoltaiczną z przyłączem do sieci energetycznej. Można uzyskać w takim systemie zdolność do generowania dużych ilości energii elektrycznej w krótkim czasie. Wtedy system hybrydowy może nadwyżki energii magazynować w akumulatorach lub zbiorniku biogazu [3,5,7].

## **Mikrokogeneracja**

Mikrokogeneracja to skojarzona produkcja energii elektrycznej i ciepła w oparciu o urządzenia małych i średnich mocy. Systemy kogeneracyjne o mocy od kilku do kilkudziesięciu kilowatów stosowane są także w mikrogeneracji (5÷50kW) oraz minigeneracji (50÷500 kW). Doskonale nadają się one wszędzie tam, gdzie występuje niewielkie zapotrzebowanie na moc elektryczną i ciepło w niewielkich obiektach (budynki jednorodzinne) lub grupach obiektów (małe osiedle mieszkaniowe). Małe układy skojarzone zasilane mogą być: gazem ziemnym, biogazem, paliwem olejowym lub biomasą (rys. 3). W obiektach, w których układ skojarzony może być efektywnie wykorzystywany niezbędne jest występowanie odpowiednio wysokiego zapotrzebowania na ciepło i energię elektryczną. Układy takie pozwalają wykorzystać do 90 proc. energii chemicznej zawartej w paliwie. Zalety układów mikrokogeneracyjnych to:

- niższe koszty energii dla użytkowników
- eliminacja strat przesyłowych

Do wad układów kogeneracyjnych można zaliczyć:

- wysokie koszty inwestycyjne
- problemy z uzgodnieniem podłączenia bloku energetycznego do sieci energetycznej
- problem z odsprzedażą nadwyżki energii

W mikro- i minikogeneracji wykorzystuje się przede wszystkim silniki spalinowe, mikroturbiny, silniki Stirlinga oraz ogniwa paliwowe.

## **Silnik spalinowy**

Małe układy generacyjne z silnikami spalinowymi mają moc od 5 kW energii elektrycznej i dostarczają ciepło o temp. 70÷90°C. Ich sprawność całkowita waha się od 80 do ponad 90 proc. Sprawność elektryczna nie przekracza 40 proc. Urządzenia takie składają się z generatora prądu, automatycznie synchronizującego się z siecią elektryczną, oraz sprzęgniętego z nim silnika spalinowego, zasilanego gazem lub olejem napędowym. W skład wyposażenia wchodzi także: wymienniki ciepła, automatyka pomiarowa, regulacyjna, układ doprowadzenia paliwa.

## **Mikroturbina**

Mikroturbiny to turbiny spalinowe o mocy od kilku do kilkuset kilowatów. Dzięki układom elektroniki sterującej, pracują bezobsługowo, a automatyczny rozruch odbywa się z synchronizacją do sieci dystrybucji energii elektrycznej. Mikroturbiny są zasilane gazem ziemnym, biogazem lub olejem napędowym. Zbudowane są zwykle jako zespół jednostopniowej sprężarki i jednostopniowej turbiny z rekuperatorem stanowiącym wymiennik regeneracyjny. Osiągają sprawność cieplną w zakresie 40÷60 proc., a elektryczną 20÷35 proc., całkowita sprawność w układzie kogeneracyjnym wynosi ponad 80 proc.

## **Silnik Stirlinga**

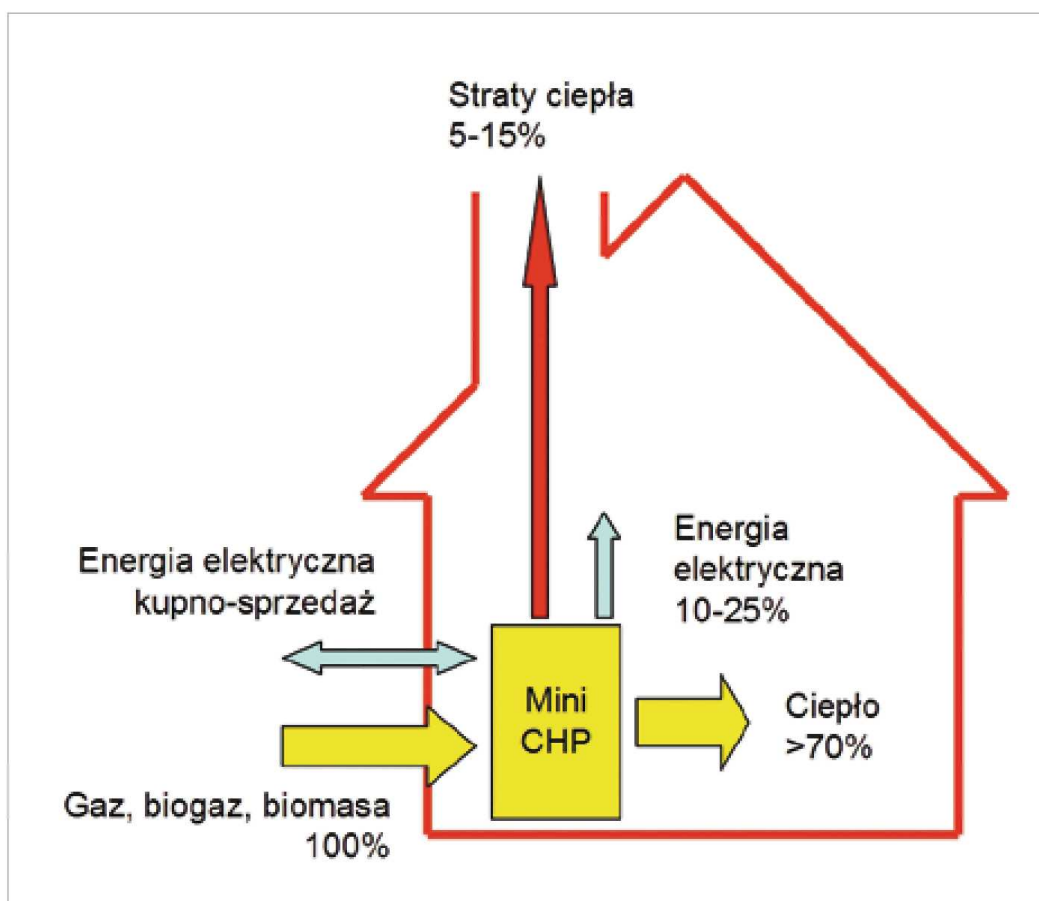
Silnik Stirlinga to silnik cieplny, który przetwarza energię cieplną w energię mechaniczną, jednak bez procesu wewnętrznego spalania paliwa, a na skutek dostarczania ciepła z zewnątrz, dzięki czemu możliwe jest zasilanie go ciepłem wytwarzanym ze spalania dowolnego paliwa, np. biomasy lub

biogazu. Cykl pracy silnika jest zbliżony do cyklu Carnota, co zapewnia mu stosunkowo wysoką sprawność. Stosowany może być w układach kogeneracyjnych do produkcji ciepła i energii elektrycznej w małych urządzeniach o mocy elektrycznej do kilkudziesięciu kilowatów.

### Ogniwo paliwowe

Ogniwa paliwowe to urządzenia elektrochemiczne, które wytwarzają energię elektryczną i ciepło bezpośrednio z zachodzącej w nich reakcji chemicznej, w wyniku stale dostarczanego do nich z zewnątrz paliwa. Większość ogniw paliwowych do produkcji energii elektrycznej i ciepła wykorzystuje wodór. Sprawność nowoczesnych ogniw paliwowych wynosi ok. 80 proc. Ogniwa paliwowe używane są zarówno w małych, domowych jednostkach produkujących prąd i ciepło lub pomocniczych źródłach prądu o mocach kilkudziesięciu kilowatów, jak i w dużych elektrowniach o mocy kilku megawatów. Generatory o mocy 1÷10 kW z ogniwami paliwowymi są w stanie zaopatrzyć w energię elektryczną i ciepło domy mieszkalne, biura, budynki użyteczności publicznej [2,6,8,9].

Rys. 3. Minisiłownia kogeneracyjna.



## **Smart grid – mikrosieci**

Smart grid to nowoczesny system elektroenergetyczny integrujący działania wszystkich uczestników, czyli: generacji, transmisji, dystrybucji i użytkownika, w celu dostarczania energii elektrycznej w sposób ekonomiczny, trwały i bezpieczny. Podstawą rozwoju sieci smart grid jest rozbudowany system pomiarowy, który sprawia, że posiadamy informacje o sieci energetycznej w każdej chwili. Dodatkowo dane pomiarowe przekazywane są do punktów podejmowania decyzji, a całością zarządzają inteligentne algorytmy informacyjne, prognostyczne i decyzyjne. Energia elektryczna przesyłana za pomocą sieci typu smart grid od producenta do konsumenta wykorzystuje technologię cyfrową, która pozwala oszczędzać energię, redukować koszty, a przede wszystkim zwiększa niezawodność dostaw. Wykorzystanie generacji rozproszonej w połączeniu ze smart grid może w znacznym stopniu ograniczyć konieczność utrzymywania dużych źródeł wytwórczych w pełnej gotowości do pokrywania zmienności obciążeń [4].

## **Regulacje prawne dotyczące przydomowych źródeł energii elektrycznej**

Mikroelektrownie stają się coraz bardziej popularne i zainteresowanie nimi wciąż rośnie. Małe elektrownie mogą być podłączone w gospodarstwie domowym na kilka sposobów:

- sieć autonomiczna - wydzielony obwód, najczęściej niskiego napięcia, służący jako obwód oświetleniowy lub do ogrzewania (sieć autonomiczna pracuje niezależnie od instalacji zasilanych z systemu elektroenergetycznego)
- wydzielona instalacja - wszystkie odbiorniki zasilane są z energii pochodzącej z przydomowej mikroelektrowni, jedynie podczas niedostatecznej produkcji energii z elektrowni braki uzupełniane są z sieci

W Polsce brak jest obecnie regulacji prawnych, które dawałyby możliwość zastosowania lokalnych układów wytwarzania energii elektrycznej i ciepła przez inwestorów indywidualnych. Trwają prace nad zapisami w ustawie Prawo energetyczne, które będą pozwalać na przedstawienie do umorzenia świadectw pochodzenia z produkcji w jednym źródle, zarówno energii elektrycznej, jak i ciepła.

## **Przyłączanie małych źródeł do sieci elektroenergetycznej**

Do tej pory, jeżeli inwestor chciał produkować energię elektryczną, miał do wyboru: albo wystąpić do Urzędu Regulacji Energetyki o przydzielenie koncesji na produkcję energii elektrycznej i sprzedaż jej zakładowi energii, albo magazynować energię w akumulatorach i zużywać ją na własne potrzeby. Obecnie sytuacja ta się zmienia. Z informacji dostępnych na stronach Energa SA, ruszył projekt o nazwie „Energetyczny dom”, którego celem jest umożliwienie klientom indywidualnym produkcji i sprzedaży energii elektrycznej do sieci publicznej. Produkowana energia ma pochodzić ze źródeł odnawialnych, m.in. z małych turbin wiatrowych czy modułów fotowoltaicznych. Wszystkie potrzebne pozwolenia związane z instalacją małych elektrowni załatwia Energa. Klient ponadto ma mieć możliwość pozyskania przychodów z zielonych certyfikatów, bez konieczności przechodzenia przez żmudne procedury związane z uzyskaniem koncesji na wytwarzanie energii [11,12].

## Wnioski

Rozwój rynku mikrogeneracji zależy od wielu czynników, takich jak np. dostępność rozwiązań technicznych oraz polityki regulacyjnej i finansowej państwa. Polityka państwa, polegająca na wprowadzeniu ułatwień dla osób zdecydowanych wytwarzać energię elektryczną na potrzeby własnego gospodarstwa domowego z pewnością przyczyni się do rozwoju tego typu źródeł. Koszty inwestycji w urządzenia mikrogeneracji są dość duże. Jednak instalacja takich urządzeń pozwala zaoszczędzić nawet do 70 proc. wydatków związanych z zakupem energii elektrycznej. Połączenie z siecią elektroenergetyczną pozwala nawet na osiągnięcie niewielkich zysków, powstałych ze sprzedaży nadwyżki wygenerowanej energii. W Polsce, przy obecnych warunkach infrastruktury, przydomowe mikroelektrownie służą przede wszystkim jako dodatkowe źródło energii, pracując na układ wydzielony.

Projekt „Energetyczny dom” firmy Energa SA zawiera w sobie gotowe rozwiązanie. Wszystkie mikroźródła zainstalowane u pojedynczych użytkowników traktowane są globalnie, jako składowe rozproszonej elektrowni. To pierwszy w Polsce prowadzony na szeroką skalę projekt wdrożenia idei smart grid. Instalacje wyposażane są w system zdalnego odczytu, dzięki któremu możliwe jest określanie w czasie rzeczywistym realnego zapotrzebowania na energię, a co się z tym wiąże - efektywniejsze gospodarowanie prądem [12].

## Bibliografia

1. Hanus B., Stempel U. E., Alternative Energie im Haus nutzen, Franzis Verlag GmbH, 2007.
2. Kiciński J., Lampart P., Mini - i mikrośilownie CHP ORC jako perspektywiczna forma wdrażania technologii OZE w Polsce (<http://www.imp.gda.pl/bioenergy/>).
3. Kotowski W., Konopka E., Mikrogeneracja w domu jednorodzinnym, „Energia” nr 4/2009.
4. Kowalak T., Smart grid – wyzwanie XXI wieku, „Rynek Energii”, nr 1/2010.
5. Odnawialne i niekonwencjonalne źródła energii. Poradnik. Praca zbiorowa, Tarbonus 2008.
6. Ogniwa paliwowe jako współczesne źródła energii, „Urządzenia dla Energetyki” nr 1/2008.
7. Olszowiec P., Autonomiczne systemy elektroenergetyczne małej mocy. Mikrosieci, „Energia Gigawat” nr 7-8/2009.
8. Pesta R., Wysoko sprawne układy kogeneracyjne (CHP) dla potrzeb inwestorów indywidualnych – ekonomiczne i techniczne możliwości inwestowania, „Nowa Energia” nr 2(8)/2009.
9. Szpryngiel M., Zintegrowane źródła energii odnawialnej w gospodarstwie rolnym, „Czysta Energia” nr 10/2003.
10. Wach E., Czy małe wiatraki mogą wspomagać system elektroenergetyczny? „Czysta Energia” nr 12/2006.
11. Wojciechowski H., Efektywność techniczna i ekonomiczna rozproszonych i rozsianych układów wytwarzania energii, „Instal” nr 6/2010.
12. <http://www.smarteco.pl/energetyczny-dom/pakiet/dom>
13. [http://www.q-en.bg/show/118\\_smart\\_grids/](http://www.q-en.bg/show/118_smart_grids/)