

Rozwój energetyki prosumenckiej na przykładzie kogeneracji CHP

Streszczenie. Dynamiczny rozwój przemysłu, komunikacji oraz transportu kołowego i szynowego w ostatnich latach wymusił wzrost zapotrzebowania na moc oraz energię elektryczną. Natomiast rozwój terenów zurbanizowanych spowodował, że ochrona środowiska naturalnego stała się kluczową tematyką dyskusji oraz analiz naukowych nad alternatywnymi źródłami energii. Polski sektor energetyczny obecnie stoi przed dużym wyzwaniem związanym ze zmniejszeniem emisji CO₂ oraz zwiększeniem udziału OZE w całkowitym miksie energetycznym kraju. Wysokie zapotrzebowanie na energię elektryczną, nieadekwatny poziom rozwoju infrastruktury wytwórczej i transportowej paliw i energii, duże uzależnienie od zewnętrznych dostaw gazu ziemnego i niemal pełne od zewnętrznych dostaw ropy naftowej oraz zobowiązania w zakresie ochrony środowiska, w tym dotyczące klimatu, powodują konieczność podjęcia zdecydowanych działań zapobiegających pogorszeniu się sytuacji odbiorców paliw i energii. Przykładem, który bardzo mocno wpisuje się w ideę energetyki prosumenckiej jest kogeneracja - produkcja energii elektrycznej i mechanicznej na miejscu dla potrzeb użytkowników indywidualnych i działających w sektorach publicznych. Kogeneracja jest procesem przebiegającym z wysoką sprawnością, zapewniając przy tym korzyści eksploatacyjne, finansowe oraz środowiskowe stając się pewnym i sprawdzonym źródłem energii elektrycznej i ciepłej.

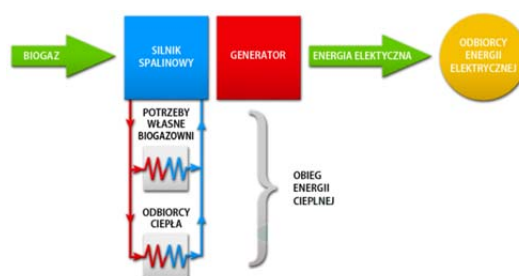
Abstract. The dynamic development of industry, communication and transport by road and rail in recent years has forced an increase in demand for power and electricity. While the expansion of urban areas has meant that environmental protection has become a key topic of discussions and scientific analyses on alternative energy sources. Polish energy sector currently faces a considerable challenge to the reduction of CO₂ emissions and increase the share of renewable energy in the total energy mix of the country. High demand for electricity, inadequate level of development of productive infrastructure and transport fuels and energy, high dependence on external supplies of natural gas and nearly complete on external supplies of crude oil and obligations in the field of environmental protection, including the climate, make it necessary to take decisive action to prevent deterioration of the situation of consumers of fuels and energy. An example that very much fits into the idea of prosumer energy is cogeneration - the production of electricity and mechanical on place for the needs of individual users and acting in the public sectors. Cogeneration is the process on the high efficiency, while ensuring the benefits of operational, financial and environmental becoming a reliable and proven source of electricity and heat. (**Prosumer energy development on the example cogeneration CHP.**)

Słowa kluczowe: Energetyka prosumencka, kogeneracja CHP, Krajowy Plan Działania, generacja rozproszona, Odnawialne Źródła Energii.
Keywords: Power prosumer, cogeneration CHP, trigeneration, National Action Plan, distributed generation, Renewable Energy Sources.

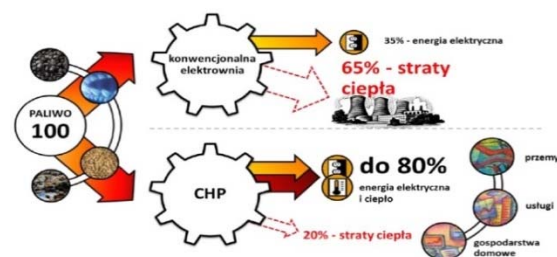
Wstęp

Kogeneracja CHP (ang. *Combined Heat and Power*) to proces technologiczny, który umożliwia wytwarzanie energii elektrycznej i ciepłej, np. w elektrociepłowni. Technologia ta jest niezwykle doceniana ze względu na zwiększenie sprawności wytwarzania energii elektrycznej i ciepła, która oscyluje w granicach 20-30%, przy zmniejszonym zużyciu paliwa. Kogeneracja przyczynia się znacząco do zmniejszenia emisji CO₂, co jest bardzo pożądane ze względu na politykę klimatyczną UE. Kogeneracja, to szansa dla wzrostu bezpieczeństwa energetycznego kraju dzięki szybkiej budowie jednostek wytwarzania. Kogeneracja doskonale wpisuje się w urbanistykę energetyki rozproszonej. Najważniejsze czynniki stymulujące rozwój generacji rozproszonej w ostatnich 20 latach to:

- rozwój technologii wytwarzania energii i pojawienie się źródeł wysokosprawnych, o mniejszych kosztach inwestycyjnych i eksploatacyjnych oraz krótkich cyklach budowy; dotyczy to zwłaszcza odnawialnych źródeł energii (OZE), stanowiących podstawę współcześnie rozwijanej generacji rozproszonej;
- demonopolizacja i prywatyzacja sektora energetycznego, umożliwiającą budowę źródeł w pobliżu odbiorców końcowych, wykorzystujących lokalne zasoby energii;
- konieczność poprawy bezpieczeństwa energetycznego poprzez zwiększenie pewności zasilania, zmniejszenie strat sieciowych i obciążenia szczytowego, przy jednoczesnym ograniczeniu nakładów na rozbudowę i modernizację sieci przesyłowych;
- chęć zmniejszenia uzależnienia od zewnętrznych nośników energii, zwłaszcza ropy i gazu;
- sprzyjająca rozwojowi generacji rozproszonej polityka energetyczna i ochrony środowiska oraz różne formy wsparcia generacji rozproszonej, zwłaszcza z OZE [1].



Rys.1. Wzrost kogeneracji = Wzrost efektywności wykorzystania energii pierwotnej [18]



Rys.2. Idea wytwarzania energii elektrycznej i ciepła w skojarzeniu, w zakresie oszczędzania paliwa [24]

Kogeneracja i trigeneracja

Kogeneracja w oparciu o jedno źródło wytwarzania charakteryzuje się wysoką sprawnością ok. 85%-90%, dużo wyższą niż wytwarzanie energii elektrycznej i ciepłej w sposób rozdzielony. Ze względu na odzysk ciepła pochodzącego ze spalin, kogeneracja jest procesem umożliwiającym efektywniejsze wykorzystanie zużywanego paliwa, a co za tym idzie jest technologią, która przynosi znaczące korzyści finansowe i środowiskowe.

Trógeneracja (trigeneracja), to technologia wytwarzania nie tylko energii elektrycznej oraz ciepłej, ale również chłodu poprzez dołączenie do układów kogeneracyjnych chłodziarek absorpcyjnych. Technologie tą wykorzystuje się zarówno do klimatyzacji (do 5°C) jak i do głębokiego mrożenia (-60°C). Dodatkowo wytwarzanie energii elektrycznej, ciepła oraz chłodu we właściwie zaprojektowanych technologiach jest najbardziej efektywnym rozwiązaniem energetycznym dostępnym na świecie.



Rys.3. Porównanie produkcji energii w kogeneracji i produkcji rozdzielonej [20]

Do produkcji tylko energii elektrycznej wykorzystywane są w głównej mierze elektrownie i elektrociepłownie, gdzie część energii pierwotnej odprowadzana jest do otoczenia - jest to energia ciepła cechująca się niską temperaturą i niską wartością termodynamiczną. Natomiast do tradycyjnej produkcji tylko ciepła stosowane są kotły, które wykonują konwersję pierwotnej energii z paliw, o wysokiej wartości termodynamicznej, w energię ciepłą o niskiej wartości termodynamicznej. W przypadku zapotrzebowania na energię elektryczną i energię ciepłą, zamiast instalować kocioł i kupować energię z sieci elektroenergetycznej, można zastosować cykl termodynamiczny do produkcji energii elektrycznej przez wykorzystywanie wyższych parametrów termicznych, przekazując ciepło odpadowe o niższej temperaturze dla zaspokojenia potrzeb ciepłych. Z tego punktu widzenia, kogeneracja może przynieść oszczędność energetyczną, należy jednak dokonać kalkulacji, kiedy jest ona korzystna i w stosunku do jakiej alternatywy.

Głównym zadaniem kogeneracji jest jak najefektywniejsze wykorzystanie energii zawartej w paliwach, następnie mniejsze zużycie paliwa, a w konsekwencji mniejsze zanieczyszczanie środowiska.

Korzyści z kogeneracji

środowiskowe:

- obniżenie ilości zużywanego paliwa,
- zmniejszenie emisji CO₂,
- niskie straty przesyłowe ze względu na położenie względem zaopatrywanego w energię obiektu,
- zmniejszenie zużycia energii na potrzeby własne,
- zmniejszenie emisji tlenków siarki z powodu wykorzystania gazu ziemnego jako paliwa zamiast węgla kamiennego lub brunatnego.

finansowe:

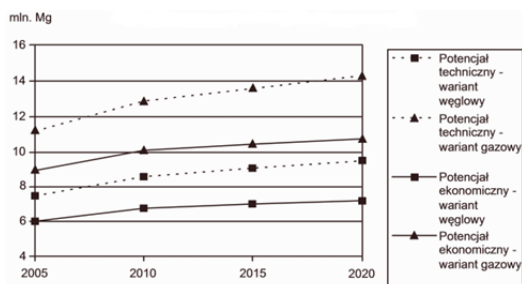
- obniżenie kosztów użycia energii pierwotnej,
- stabilne koszty energii elektrycznej w ustalonym okresie,
- elastyczne rozwiązania dotyczące zakupu technologii,
- niższe koszty inwestycji w urządzenia (np. kotły),
- zarządzanie środkami trwałymi w sposób efektywny z punktu widzenia prawa podatkowego,
- zbywalne prawa majątkowe ze świadectw pochodzenia energii.

eksploatacyjne:

- zwiększenie bezpieczeństwa dostaw energii,
- większa elastyczność produkcji ciepła do ogrzewania i ciepłej wody użytkowej,
- urządzenie kogeneracyjne jako podstawowe źródło zasilania elektrycznego,
- możliwość produkcji pary wodnej,
- trigeneracja z wykorzystaniem nadmiaru ciepła w absorpcyjnych agregatach chłodniczych.

prawne:

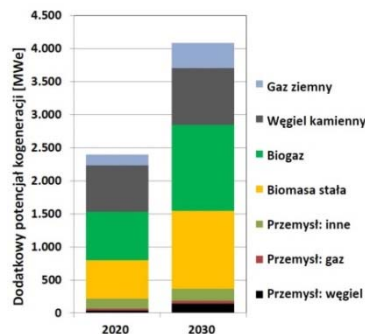
- możliwości zwiększenia produkcji energii bez przekroczenia ustawowych limitów emisji CO₂,
- możliwość umorzenia świadectw pochodzenia energii z wysoko sprawnej kogeneracji.



Rys.4. Oszczędność paliwa przy pełnym wykorzystaniu teoretycznego potencjału kogeneracji [4]

Rozwój kogeneracji w Polsce

Do roku 2030 moc zainstalowaną wysokosprawną kogeneracji w Polsce można zwiększyć o ponad 50% czyli do 4000MWe (całkowita moc zainstalowana kogeneracji wynosi ponad 12000MWe). Produkcja ciepła z zakładów kogeneracji może zostać zwiększona do poziomu ok. 200PJ, natomiast produkcja energii elektrycznej byłaby ponad dwa razy większa w porównaniu z rokiem 2006, przy dostarczaniu 48TWh lub realizacji 22% ogólnego zapotrzebowania na prąd.



Rys.5. Potencjał ekonomiczny kogeneracji w Polsce [10]

Technologie generacji rozproszonej i uwarunkowania ich rozwoju w Polsce

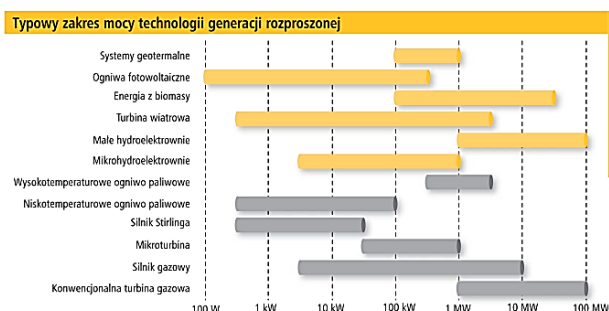
Jednostki generacji rozproszonej różnią się głównie mocą oraz zastosowaną technologią. Można wyróżnić następujący podział [5]:

- mikrogenerację rozproszoną, poniżej 5kW;
- małą generację rozproszoną, 5kW - 5MW;
- średnią generację rozproszoną, 5MW - 50MW;
- dużą generację rozproszoną, 50MW - 150MW.

Generacja rozproszona opiera się na dwóch klasach technologii:

- Technologie wykorzystujące paliwa kopalne, z dominacją gazu ziemnego w silnikach tłokowych, turbinach gazowych, mikroturbinach i ogniach paliwowych; coraz częściej stosuje się także procesy skojarzone (kogeneracja, trigeneracja, poligeneracja).
- Technologie wykorzystujące odnawialne zasoby energii do pozyskiwania ciepła (kolektory słoneczne, geotermia) i/lub energii elektrycznej (małe elektrownie wodne, elektrownie wiatrowe, zasilane biomasą, biogazownie, elektrownie fotowoltaiczne).

Na rysunku 6 przedstawiono graficznie zakresy mocy technologii generacji rozproszonej z podziałem na technologie OZE oraz technologie bazujące do tej pory najczęściej na paliwach kopalnych, głównie na gazie ziemnym.



Rys.6. Zakres mocy technologii generacji rozproszonej [1]

Technologie generacji rozproszonej należy rozpatrywać z punktu widzenia wielkości zapotrzebowania na moc u odbiorcy. Szacuje się, że 90% gospodarstw domowych i 60% gospodarstw rolnych ma moc przyłączeniową poniżej 10kW. Technologiom generacji scentralizowanej o mocach zaczynających się od kilkuset MW (4 rzędy wielkości ponad potrzeby przedsiębiorstw energetycznych) niezwykle trudno jest dostosować ofertę i niezawodnie pokryć potrzeby indywidualnych odbiorców, a typowy model działania przedsiębiorstw energetycznych tworzony jest na bazie „ekonomiki skali”. Patrząc zatem z punktu widzenia odbiorcy energii i jego potrzeb energetycznych, najważniejsze obszary rozwoju i segmenty rynku stosowania technologii generacji rozproszonej to:

- odbiorcy indywidualni – gospodarstwa domowe z wymaganą mocą źródła do 10kW;
- gospodarstwa rolne wraz z małymi przedsiębiorstwami z mocą źródeł do 100kW;
- lokalne społeczności – gminy i osiedla oraz średnie przedsiębiorstwa z mocą źródeł rzędu 10MW.

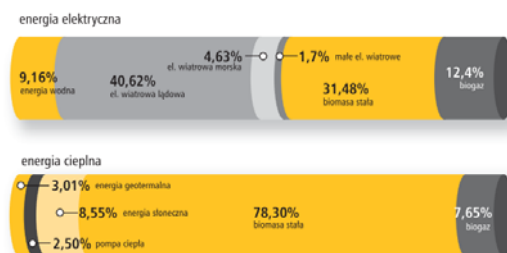
Dodatkowy impuls i nowoczesny kierunek rozwoju generacji rozproszonej nadaje koncepcja, tzw. *inteligentnych sieci energetycznych* (ISE), w tym mikro sieci. Koncepcja ta, rozwijana dopiero od niedawna w Polsce i promowana m.in. przez Urząd Regulacji Energetyki oraz Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, obejmuje nie tylko zmianę podejścia do samych sieci dystrybucyjnych, ale także systemy generacji rozproszonej oparte na wykorzystaniu OZE i „mikroźródła” wraz z systemami zdecentralizowanego magazynowania energii. Elementy w mikro sieciach współpracują z lokalnymi sieciami i są łączone w węzłach zwyczajowo do sieci niskiego napięcia. ISE umożliwiają dwukierunkową wymianę informacji i energii pomiędzy producentami i użytkownikami, a co za tym idzie, wyższy poziom przejrzystości, który promuje odpowiedzialne i oszczędne korzystanie z energii po stronie użytkowników. ISE, służąc interesom odbiorcy końcowego energii i prosumenta,

pozwalają na zwiększenie efektywności lokalnego wykorzystania OZE i zmniejszenie straty energii wytwarzanej w scentralizowanych źródłach oraz tworzą dodatkowy rynek dla generacji rozproszonej.

Technologie generacji rozproszonej w krajowej koncepcji rozwoju energetyki odnawialnej

W Polsce wśród technologii energetyki rozproszonej dominującą rolę odgrywa spalanie biomasy w indywidualnych źródłach ciepła, którego udziały umykają krajowym statystykom, ale które spada od roku 2004 (oszacowanie IEO – *Instytut Energetyki Odnawialnej*), ze względu na ograniczoną dostępność i wzrastające koszty paliwa, zużywanego w wielkich instalacjach współspalających do wytwarzania energii elektrycznej. Dopiero od roku 2005 (po akcesji do UE) większą rolę w bilansie energii ze źródeł rozproszonych zaczęła odgrywać energia elektryczna, szczególnie energetyka wiatrowa, która odnotowała w latach 2005-2010 największe przyrosty nowych mocy zainstalowanych. Nowa polityka energetyczna przewiduje dalszą dywersyfikację sektora energetyki odnawialnej w okresie 2010-2020. Do 2020 roku - perspektywa inwestorska, najszybsze roczne tempo wzrostu w całym sektorze rząd przewidywał w nowych technologiach energetyki rozproszonej, takich jak: biogaz, energetyka wiatrowa, energetyka słoneczna termiczna. W pierwszej połowie dekady szczególnie wysokie tempo wzrostu (w sensie podaży energii) będą miały biogaz rolniczy i energetyka wiatrowa (45-70% rocznie), a w drugiej połowie termiczna energetyka słoneczna (35%) i w dalszym ciągu biogaz oraz energetyka wiatrowa z bardzo wysokim (w obu przypadkach) tempem wzrostu rzędu 17-30% rocznie. Takie tempo wzrostu, zwłaszcza w sprawdzonych - perspektywicznych technologiach, ma zapewnić „Krajowy plan działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych” 7 (KPD), który w ramach zobowiązań wynikających z Dyrektywy 2009/28/WE, został zatwierdzony przez rząd w grudniu 2010 roku. KPD zakłada znaczącą zmianę w strukturze wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych. Według szacunków IEO obecnie 67% energii produkowanej w Polsce z OZE stanowi ciepło, w większości produkowane z biomasy (jeszcze w 2005 roku było to niemal 92%), 17% stanowi energia elektryczna, a 16% paliwa transportowe. W scenariuszu na rok 2020 według KPD ciepło ma stanowić jedynie 55%, energia elektryczna 26%, a transport 19%. Zmieni się również struktura technologiczna wytwarzania energii z OZE, przy czym przewiduje się znaczący rozwój mikrogeneracji. O ile biomasa stała nadal będzie odgrywać wiodącą rolę w produkcji ciepła, o tyle w energii elektrycznej dominować ma energetyka wiatrowa, przy czym wymienia się tu zarówno małą energetykę wiatrową, jak i energetykę wiatrową morską. Minimalną rolę odegra fotowoltaika, planowana jedynie na poziomie 0,01% całkowitej produkcji energii elektrycznej z OZE (rys. 7).

Struktura wytwarzania energii elektrycznej i ciepła z OZE w 2020 roku, według KPD



Rys.7. „Krajowy plan działań w zakresie energii ze źródeł odnawialnych”. Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2010 (wersja z 29 listopada) [1]

Realizacja tego celu będzie wymagała zainstalowania prawie 7,3GW nowych mocy elektroenergetycznych, najwięcej, prawie 5,5GW, w energetyce wiatrowej. W zakresie ciepła poza bioenergetyką główną rolę mają odegrać energetyka słoneczna termiczna oraz biogaz. Zarówno w zakresie energii elektrycznej, jak i ciepła scenariusze KPD zakładają do 2020 roku znaczący rozwój generacji rozproszonej, zwłaszcza mikrogeneracji: małej energetyki wiatrowej, biogazowni i energetyki słonecznej.

Podsumowanie

Kogeneracja rozproszona to docelowy model energetyczny promowany w Europie od kilkunastu lat, który w perspektywie do 2030 roku, zgodnie z „Polityką Energetyczną Państwa”, ma przyczynić się do zwiększenia efektywności energetycznej i obniżenia emisji gazów cieplarnianych do atmosfery. Kogeneracja to przede wszystkim z punktu widzenia przedsiębiorcy sposób na korzystną i pewną inwestycję w dynamicznie rozwijającej się branży. Dziś większość przedsiębiorców skazanych jest na oczekiwanie na kolejne podwyżki cen energii elektrycznej, ciepła lub węgla, wykorzystywanego do celów grzewczych, budując moduł kogeneracyjny mogą stać się w dużym stopniu niezależni. W układach kogeneracyjnych można wykorzystywać w zasadzie każde paliwo – jednakże optymalne na chwilę obecną, szczególnie w układach o mniejszej mocy, jest wykorzystywanie gazu ziemnego lub opcjonalnie biopaliwa, tam gdzie nie jest dostępna sieć gazowa. Kogeneracja wpisuje się również w program poprawy efektywności energetycznej – dlatego działania w tym zakresie już dzisiaj, a także w przyszłości, będą wspierane w ramach działań zmierzających do globalnego zmniejszenia wykorzystania energii. Energetyka rozproszona konkuruje na rynku z energetyką scentralizowaną i wchodzi na rynek po kosztach marginalnych (wyższych od przeciętnych, ale jako konkurencyjna do alternatywnych źródeł). Relacje ekonomiczne zmieniają się w sposób ciągły na rzecz energetyki rozproszonej, a zwłaszcza odnawialnej. Szczególnie szybki postęp w zakresie spadku kosztów OZE zaobserwować można było w ostatnim 10-leciu. Według badań GUS10 ok. 6% energii finalnej w Polsce jest zużywane w rolnictwie i niemal 30% w gospodarstwach domowych, wśród których największy odsetek zużycia najbardziej wysokoemisyjnego paliwa, jakim jest węgiel, ma miejsce na obszarach wiejskich. W potrzebę działań na rzecz poprawy stanu wiejskich sieci energetycznych, jakości i bezpieczeństwa zaopatrzenia rolników w energię, ograniczenia strat energii i kosztów oraz znaczącego zwiększenia udziału OZE, w tym zwiększenia stopnia samowystarczalności energetycznej rolników i obszarów wiejskich, doskonale wpisuje się idea tworzenia inteligentnych sieci energetycznych (ISE), w tym mikrosieci na obszarach wiejskich. Budowa inteligentnych sieci od niedawna zyskała poparcie polityczne także w Polsce, czego efektem są propozycje nowych regulacji ustawowych.

Autorzy: mgr inż. Paweł Matuszczyk, Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny, Al. Armii Krajowej 17, 42-200 Częstochowa, E-mail: pawelmatuszczyk@windowslive.com; dr hab. inż. Tomasz Popławski prof. PCz, Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny, Al. Armii Krajowej 17, 42-200 Częstochowa, E-mail: poptom@el.pcz.czest.pl; dr inż. Janusz Flasza, Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny, Al. Armii Krajowej 17, 42-200 Częstochowa, E-mail: januszflasza@o2.pl.

LITERATURA

- [1] Fundacja Instytut na rzecz Ekorozwoju: „Energetyka rozproszona”, Warszawa 2011, ISBN: 978-83-89495-09-9
- [2] Jastrzebska G.: „Odnawialne źródła energii i pojazdy proekologiczne”, Warszawa 2007
- [3] Materiały konferencyjne: „Rejestr Świadczeń Pochodzenia oraz obrót prawami majątkowymi wynikającymi ze świadectw pochodzenia dla energii wytwarzanej z wysokosprawnej kogeneracji”, Warszawa 2007
- [4] Obwieszczenie Ministra Gospodarki z dnia 12 grudnia 2007r., w sprawie raportu oceniającego postęp osiągnięty w zwiększaniu udziału energii elektrycznej wytwarzanej w wysokosprawnej kogeneracji w całkowitej krajowej produkcji energii elektrycznej
- [5] Paska J., „Wytwarzanie rozproszonej energii elektrycznej i ciepła”, Politechnika Warszawska 2010
- [6] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 26 lipca 2011 r. w sprawie sposobu obliczania danych we wniosku o wydanie świadectwa pochodzenia z kogeneracji oraz szczegółowego zakresu obowiązku uzyskania i przedstawiania do umorzenia tych świadectw, uiszczania opłaty zastępczej i obowiązku potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w wysokosprawnej kogeneracji (DzU nr 185/2011, poz. 1314).
- [7] Skorek J., Kalina J.: „Gazowe układy kogeneracyjne”, WNT, Warszawa 2005
- [8] Skorek J.: „Ocena efektywności energetycznej i ekonomicznej gazowych układów kogeneracyjnych małej mocy”, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2002
- [9] Ustawa z dnia 10 kwietnia 2007r. Prawo energetyczne (DzU nr 54/1997, poz. 348, ze zm. – stan prawny na 3 maja 2012 r.)
- [10] CODE2 Cogeneration Observatory and Dissemination Europe, D5.4 Wytyczne dla Polski dotyczące kogeneracji Podsumowanie Listopad 2014r. Główny partner projektu CODE 2: Instytut Josefa Stefana, Słowenia
- [11] <http://www.bsigroup.com>
- [12] <http://www.cagen.pl>
- [13] <http://www.cire.pl>
- [14] <http://www.code2-project.eu/>
- [15] <http://www.energa-kogeneracja.pl>
- [16] <http://www.energ.pl>
- [17] <http://energiamax.pl>
- [18] <http://www.greenenergyprojects.pl>
- [19] <http://www.gsenergia.pl>
- [20] <http://www.kwe.pl>
- [21] <http://www.kogeneracja.com.pl>
- [22] <http://www.lex.pl>
- [23] <http://www.pkee.pl>
- [24] <http://www.systemy-grzewcze.eu>
- [25] <http://www.rynekinfrastruktury.pl>
- [26] <http://www.ure.gov.pl>
- [27] <http://www.viessmann.pl>