



**XXI Konferencja N-Sz
„Rynek energii elektrycznej:
rozwój rynku a konkurencyjność gospodarki”,
Kazimierz Dolny, 11-13 maja 2015 r.**

Ciepło z mikrokogeneracji i kogeneracji systemowej – konkurencja czy współpraca?

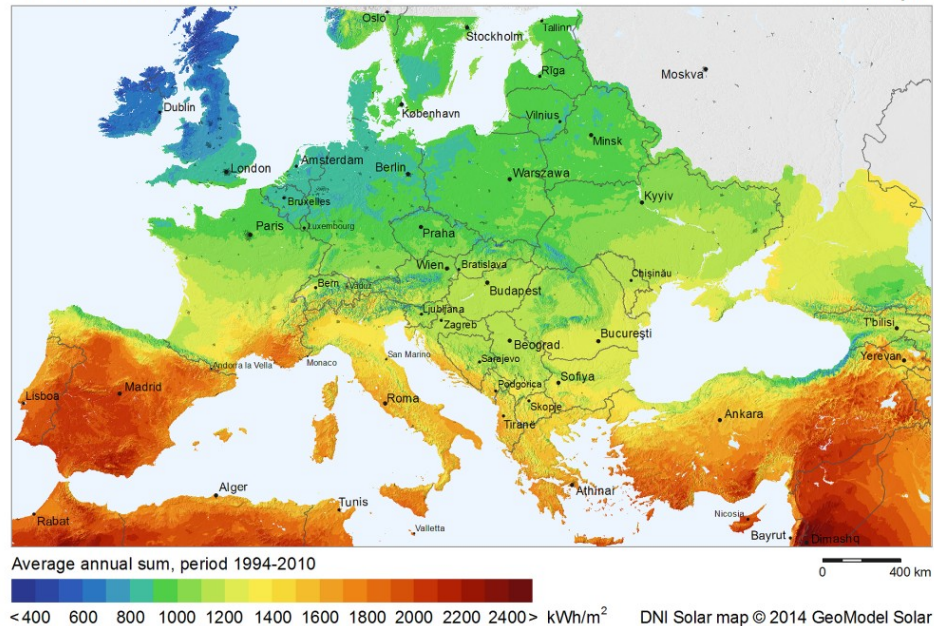
Adam Iwan, Józef Paska

Kazimierz Dolny, 11 maja 2015

Geografia kogeneracji w Europie

Direct Normal Irradiation (DNI)

Europe



Źródło: www.solargis.info/doc/free-solar-radiation-maps-GHI



Źródło: www.imgw.pl/klimat

W naszych warunkach geograficznych istotną rolę gospodarczą i społeczną pełni sezonowe zapotrzebowanie na ciepło, nie tylko rozumiane, jako ciepło systemowe, ale jako ciepło użytkowe służące zaspokojeniu zapotrzebowania na ciepło przez odbiorców końcowych (zarówno osoby fizyczne jak i prawne). Z powyższego wynika idea kogeneracji, a więc jednoczesnego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła i to w sposób zapewniający możliwe wysoką sprawność, czyli maksymalnie pełne wykorzystanie energii chemicznej paliwa.

Czy ciepło z mikrokogeneracji może konkurować lub uzupełniać ciepło systemowe?

Mikrokogeneracja a prawo (1)

- **Ciepło systemowe** – nie uregulowane w prawie, bazowa definicja – produkt, zapewniający ciepło i ciepłą wodę, dostarczany do budynków przez systemy miejskie – zawarta na www.cieplosystemowe.pl/dla-domu/cieplo-systemowe/co-to-jest/

Ustawa Prawo Energetyczne

- **Kogeneracja** – równoczesne wytwarzanie ciepła i energii elektrycznej lub mechanicznej w trakcie tego samego procesu technologicznego
- **Ciepło użytkowe** – ciepło wytwarzane w kogeneracji, służące zaspokojeniu niezbędnego zapotrzebowania na ciepło lub chłód, które gdyby nie było wytworzone w kogeneracji, zostałoby pozyskane z innych źródeł
- **Energia elektryczna** – wytwarzana w kogeneracji i obliczona zgodnie z Ustawą

Dyrektywa 2012/27/WE w sprawie efektywności energetycznej

- Uchyliła Dyrektywę 2004/8/WE w sprawie wspierania kogeneracji
- **Kogeneracja** – równoczesne wytwarzanie energii cieplnej i energii elektrycznej lub mechanicznej w trakcie tego samego procesu
- **Ciepło użytkowe** – ciepło wytworzone w procesie kogeneracji w celu zaspokojenia ekonomicznie uzasadnionego zapotrzebowania na ogrzewanie lub chłodzenie
- **Energia elektryczna (z kogeneracji)** – oznacza energię elektryczną wytwarzaną w procesie skojarzonym z produkcją ciepła użytkowego

Mikrokogeneracja a prawo (2)

Ustawa o odnawialnych źródłach energii

- **Mała instalacja** – instalacja OZE o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej > 40 kW i < 200 kW, przyłączona do sieci elektroenergetycznej o napięciu znamionowym niższym niż 110 kV lub o mocy osiągalnej cieplnej w skojarzeniu > 120 kW i < 600 kW
- **Mikroinstalacja** – instalacja OZE o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej nie większej niż 40 kW, przyłączona do sieci elektroenergetycznej o napięciu znamionowym niższym niż 110 kV lub o mocy osiągalnej cieplnej w skojarzeniu nie większej niż 120 kW

Dyrektywa 2012/27/WE w sprawie efektywności energetycznej

- **Jednostka mikrokogeneracji** – oznacza jednostkę kogeneracyjną o maksymalnej mocy (elektrycznej) niższej niż 50 kW
- **Małoskalowa jednostka kogeneracyjna** – oznacza jednostkę kogeneracyjną o mocy (elektrycznej) zainstalowanej mniejszej niż 1 MW
- Ustawodawca nie zdefiniował (jeszcze?) mikroinstalacji innych niż odnawialne źródła energii



Technologie mikrokogeneracji

Uchylona Dyrektywa 2004/8/WE (CHP) wprowadziła następującą klasyfikację technologii mikrokogeneracji: a) silniki spalinowe, b) mikroturbiny, c) silniki Stirlinga, d) ogniwa paliwowe, e) silniki parowe, f) organiczny obieg Rankine'a (ORC), g) pozostałe technologie lub ich kombinacje spełniające definicję kogeneracji zawartą w Dyrektywie CHP.

Brytyjski Departament of Energy and Climate Change, w opracowaniu „CHP Technology - a detailed guide for CHP developers – Part 2” wskazał na następujące technologie microCHP: a) silniki Stirlinga, b) silniki zewnętrznego spalania (silniki parowe, ORC), c) silniki wewnętrznego spalania, d) ogniwa paliwowe.

W Niemczech w ustawie o utrzymaniu, modernizacji i rozbudowie kogeneracji (Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz) przyjęto następującą klasyfikację technologii kogeneracyjnych: a) turbiny parowe, b) silniki parowe, c) turbiny gazowe, d) silniki spalinowe, e) silniki Stirlinga, f) organiczny obieg Rankine'a (ORC).

W Polsce, poza definicją mikroinstalacji odnawialnego źródła energii zawartą w Ustawie OZE, nie zostało (jeszcze?) uregulowane prawnie pojęcie mikrokogeneracji w technologiach innych niż OZE (takich jak biomasa lub biogaz).

Charakterystyki technologii mikrogeneracyjnych

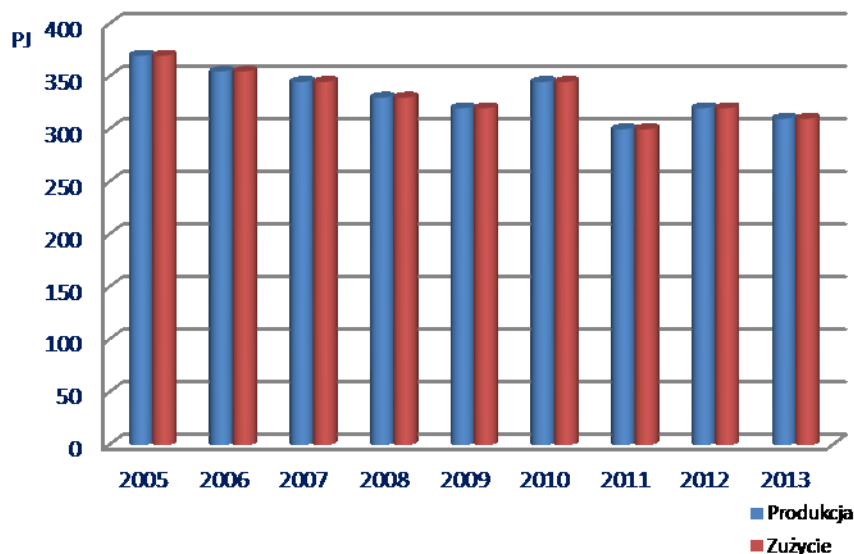
| Technologia | Moc elektryczna (kW) | Sprawność elektryczna (%) | Sprawność całkowita (%) | Jednostkowe nakłady inwestycyjne (€/kW) |
|----------------------------------|----------------------|---------------------------|-------------------------|---|
| Mikroturbiny | 25÷1000 | 26÷35 | 70÷90 | 500÷750 |
| Silniki spalinowe (obieg Diesla) | ≥ 5 | 25÷45 | 80÷90 | 550÷1350 |
| Silniki gazowe | ≥ 1 | 28÷42 | 80÷85 | 250÷600 |
| Silniki Stirlinga | 1÷350 | 25÷40 | 80÷95 | 2000 |
| ORC | 10÷150 | 15÷18 | ≤ 98 | 2500÷3000 |
| Ogniwa paliwowe | 1÷1000 | 35÷100 | ≤ 100 | 2000÷8000 |

Zapotrzebowanie na ciepło

Prognoza zapotrzebowania na ciepło sieciowe w kraju na podstawie danych ARE (wrzesień 2011)

| | 2008 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
|--------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| Łącznie (PJ) | 267,7 | 272,9 | 288,9 | 299,9 | 310 | 314,4 |

Główny Urząd Statystyczny w raporcie Energia (2014) przedstawił porównanie bilansu ciepła w parze i gorącej wodzie oraz produkcji i zużycia ciepła w skali kraju w kilku kolejnych latach



Produkcja i zużycie ciepła w parze i gorącej wodzie

Infrastruktura przesyłowa gazu

Perspektywy rozwoju mikrokogeneracji (1)

- Rząd Wielkiej Brytanii wprowadził pilotaż objęcia schematem FiT (Feed-in Tariffs) mikroinstalacji o mocy elektrycznej mniejszej lub równej 2 kW, Department of Energy and Climate Change zatwierdził utrzymanie powyższego schematu do momentu zewidencjonowania 30000 instalacji, przy założeniu rewizji zasad funkcjonowania schematu przy poziomie 12000 zarejestrowanych mikroinstalacji. W okresie 2010-2015 zewidencjonowano 639 certyfikowanych mikroinstalacji. Powyższe wsparcie rządu brytyjskiego dotyczy mikrokogeneracji dedykowanej gospodarstwom domowym.
- Również w Niemczech instalacje mikrokogeneracyjne dedykowane gospodarstwom domowym są silniej wspierane przez agendy federalne niż instalacje mikrokogeneracyjne kierowane do małych i średnich przedsiębiorstw.
- W ramach projektu Cogeneration Observatory and Dissemination Europe (CODE2) pod auspicjami Komisji Europejskiej opracowano mapy drogowe rozwoju kogeneracji w każdym kraju członkowskim w celu implementacji Dyrektywy efektywnościowej. Mapy drogowe opracowano w oparciu o doświadczenia z poprzedniej edycji projektu oraz we współpracy z administracją rządową, przemysłem i organizacjami branżowymi krajów członkowskich. W ramach każdej mapy drogowej przeprowadzona została analiza potencjału rozwoju mikrokogeneracji w każdym z Państw Członkowskich.
- Autorzy map drogowych optymistycznie postrzegają perspektywy rozwoju mikrokogeneracji w Europie, w tabeli zaprezentowano wyniki analizy projektu CODE2 dla wybranych krajów członkowskich

Perspektywy rozwoju mikrokogeneracji (2)

Prognozy rozwoju instalacji mikrokogeneracyjnych w wybranych krajach członkowskich Unii Europejskiej na podstawie map drogowych opracowanych w projekcie CODE2.

| Wyniki oceny potencjału micro CHP w UE | Prognozowana sprzedaż i wolumen instalacji | AT | DE | FR | IT | PL | ES | SE | NL | GB |
|---|--|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|
| Gospodarstwa domowe (+/- 1kW mocy elektrycznej) | Sprzedaż roczna w 2020 (w tyś.) | 0,5 | 3,8 | 4,4 | 13,3 | 0,3 | 4,5 | 0,001 | 35 | 86 |
| | Sprzedaż roczna w 2030 (w tyś.) | 27,7 | 215 | 290 | 742 | 27,4 | 276 | 0,1 | 304 | 800 |
| | Wolumen instalacji w 2020 (w tyś.) | 1 | 7,5 | 9 | 26,2 | 0,74 | 9,1 | 0,003 | 72 | 180 |
| | Wolumen instalacji w 2030 (w tyś.) | 140 | 1070 | 1300 | 3740 | 102 | 1300 | 0,36 | 2250 | 5800 |
| | Wolumen instalacji w 2040 (w tyś.) | 290 | 2250 | 3100 | 7700 | 345 | 2900 | 1,5 | 3070 | 8000 |
| Małe i średnie przedsiębiorstwa oraz spółdzielnie (+/- 40 kW mocy elektrycznej) | Sprzedaż roczna w 2020 (w tyś.) | 0,03 | 0,64 | 0,1 | 0,39 | 0,75 | 0,65 | 0,07 | 1 | 2,2 |
| | Sprzedaż roczna w 2030 (w tyś.) | 0,85 | 16,5 | 2,1 | 10 | 4,3 | 16,9 | 0,38 | 2,6 | 8 |
| | Wolumen instalacji w 2020 (w tyś.) | 0,2 | 4,2 | 0,7 | 2,6 | 4,5 | 4,3 | 0,45 | 6 | 14 |
| | Wolumen instalacji w 2030 (w tyś.) | 3,5 | 71 | 8,4 | 45 | 29 | 69,8 | 3 | 23 | 61 |
| | Wolumen instalacji w 2040 (w tyś.) | 12 | 217 | 46 | 121 | 46 | 245 | 4 | 27 | 82 |

Komercjalizacja mikrokogeneracji

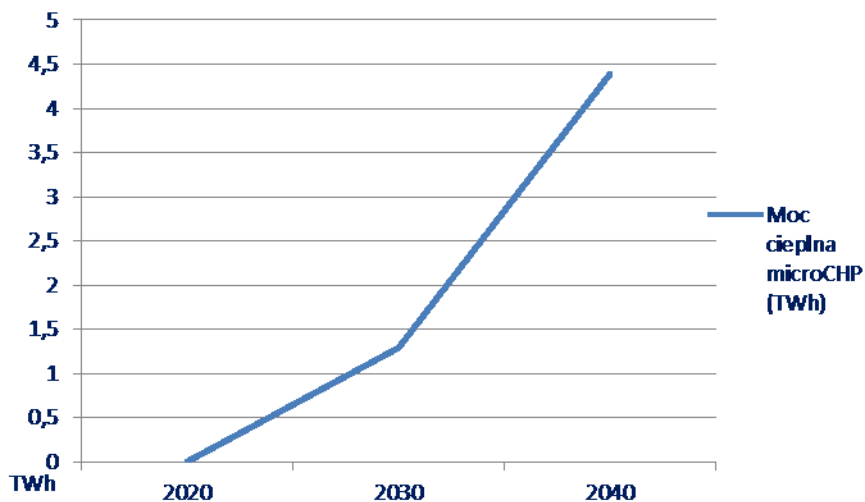
- Zależna od szeregu czynników, w tym zapotrzebowania na ciepło, infrastruktury wytwarzania i dystrybucji ciepła, struktury mieszkaniowej, infrastruktury dostarczającej paliwo (gaz), systemowego wsparcia, zbudowania świadomości klientów, systemowych rozwiązań zapewniających zakup prosumenckiej energii oraz cen energii i ciepła.
- Firma SenerTech (pod marką Der Dachs) zainstalowała dotychczas w Europie 32905 instalacji microCHP w technologii silników gazowych, które produkują łącznie ok. 888435000 kWh rocznie. Firma szacuje, że inwestycja amortyzuje się w ciągu 5 lat, po 10 latach przynosi zyski.
- W kilku krajach członkowskich Unii Europejskiej funkcjonują obecnie różne formuły systemów wsparcia, przykłady dla Niemiec i Wielkiej Brytanii:

| Kraj | System wsparcia mikrokogeneracji |
|-----------------|--|
| Niemcy | na podstawie znowelizowanej 12.07.2012 r. ustawy KWK Gesetz subwencja inwestycyjna w kwocie 5,41eurocenta/kWh dla nowej mikroinstalacji przez 10 lat dla 30000 godzin pracy lub 5 lat dla zmodernizowanej instalacji przez 15000 godzin pracy (przy założeniu średniej pracy 3000 h/a) dodatkowo Federalne Urząd Gospodarki i Kontroli Eksportu (BAFA) dotuje zakup instalacji do 20 kW mocy elektrycznej w przedziale 1900-3500 Euro |
| Wielka Brytania | w ramach FiT dla instalacji ≤ 2 kW mocy elektrycznej dofinansowanie wynosi 12,5 p/kWh dla wytworzonej energii elektrycznej natomiast dla instalacji > 2 kW ≤ 50 kW mocy elektrycznej (przy obligatoryjnym zainstalowaniu licznika pomiarowego wprowadzanej do sieci energii dla instalacji > 30 kW) dopłata wynosi 4,77 p/kWh dla wprowadzonej do sieci energii elektrycznej w ramach „export tariff” |

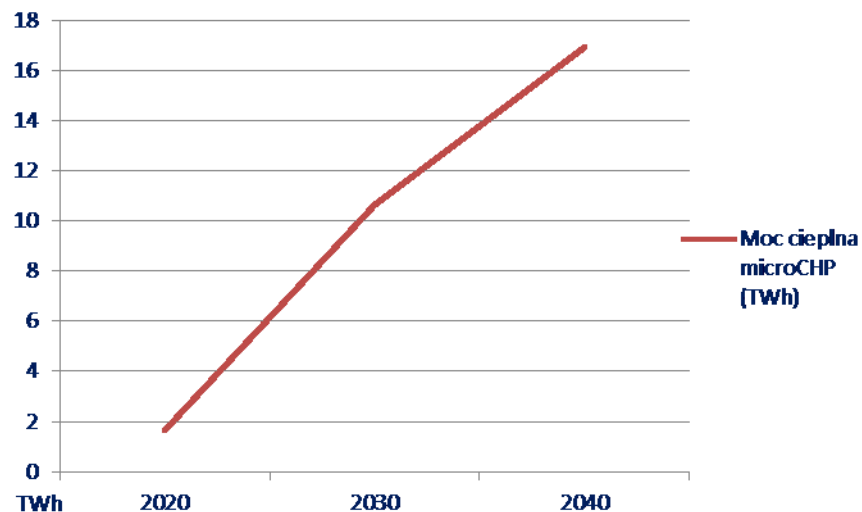
Współpraca czy konkurencja (1)?

Konkurencję pomiędzy ciepłem z kogeneracji systemową i mikrokogeneracji w najbliższych latach uznać można właściwie za pomijalną i nie generującą znaczącego wpływu na rynek ciepła systemowego. Powyższe nie oznacza stabilności na rynku ciepła systemowego.

Ciepło pochodzące z mikrokogeneracji może stanowić w nadchodzącej przyszłości uzupełnienie dla ciepła systemowego – szczególnym przypadkiem będzie sytuacja, w której przedsiębiorstwa ciepłownicze uznają za nieefektywne ekonomicznie i technicznie: rozbudowę sieci ciepłej, budowę nowego lub rozbudowę istniejącego systemowego źródła kogeneracyjnego.



Łączna produkcja mocy cieplnej z mikrokogeneracji w gospodarstwach domowych w Polsce w latach 2020-2040 na podstawie danych projektu CODE2



Łączna produkcja mocy cieplnej z mikrokogeneracji w małych i średnich przedsiębiorstwach w Polsce w latach 2020-2040 na podstawie danych projektu CODE2

Współpraca czy konkurencja (2)?

- Dodatkowym elementem warunkującym obecnie rozwój mikrokogeneracji na rynkach europejskich jest jej systemowe wsparcie.
- W obecnych warunkach ekonomicznych multiplikowanie systemów wsparcia może prowadzić do przeniesienia kosztów wsparcia na klienta końcowego, co z kolei może przyczynić się do wzrostu cen takich nośników energii.
- Nawet w warunkach funkcjonowania dedykowanych systemów wsparcia rozwój mikrokogeneracji napotyka na liczne bariery w relacji do ciepła systemowego, wśród których najistotniejszymi są: **a)** jednostkowy koszt zakupu, **b)** logistyka dostaw i cena paliwa, **c)** niekonkurencyjność cen ciepła z mikroinstalacji w stosunku do ceny ciepła sieciowego, **d)** nieświadomy i jednocześnie ograniczony rynek klientów, **e)** niska penetracja rynku i niski poziom komercjalizacji technologii mikrokogeneracyjnych, **f)** niski poziom konkurencji producentów i dostawców.
- Niemniej jednak mikrokogeneracja na rynkach światowych powoli zagospodarowuje swoją niszę rynkową mając perspektywę stania się jednym z istotnym czynników wpływających na rynki ciepła, przykładem może być Japonia, gdzie Honda sprzedała ponad 100000 mikroinstalacji opartych na swoich silnikach Strlinga.

Pytania Recenzentów do Autorów

1. W tabeli 1 pojawia się technologia „silniki gazowe”, niewystępująca we wcześniejszym opisie technologii mikrokogeneracyjnych. Co autorzy przez to rozumieją, skoro wyodrębniają kategorię „silniki spalinowe”? Czy chodziło o silniki z zapłonem iskrowym?

Silniki z zapłonem iskrowym.

2. W legendzie rysunku 1 występuje kategoria „Rolnictwo”, zaznaczona kolorem czerwonym, którą trudno dostrzec na obszarze wykresu. Czy wobec (jak przypuszczam) znikomej wartości zapotrzebowania na ciepło sieciowe w rolnictwie warto tę pozycję umieszczać?

Dane zacytowano z „Aktualizacji Prognozy zapotrzebowania na paliwa i energię do roku 2030” Agencji Rynku Energii, rzeczywiście ta kategoria nie jest istotna dla określenia zapotrzebowania na ciepło sieciowe w kraju.

3. Jaki – w świetle doświadczeń Autorów – system wsparcia mikrokogeneracji byłby najbardziej efektywny w Polsce?

Powyższe wymagałoby pogłębionych analiz, dla których może brakować danych dotyczących np. realnej mocy instalacji mikrokogeneracyjnych w kolejnych latach. Z perspektywy systemów wsparcia funkcjonujących w krajach UE efektywnym wydaje się system dopłat do jednostkowego zakupu mikroinstalacji, skierowany do gospodarstw domowych. Rozwiązania systemowe dla instalacji mikrokogeneracyjnych o mocy elektrycznej ok. 40-50 kW nie są już jednoznaczne i wydają się być warunkowane specyfiką danego kraju członkowskiego.

Dziękujemy za uwagę

Adam Iwan, mgr inż.

PGNiG TERMIKA S.A.

e-mail: Adam.Iwan@termika.pgnig.pl

Józef Paska, prof. dr hab. inż.

Politechnika Warszawska

e-mail: Jozef.Paska@ien.pw.edu.pl