

**Zeszyty Naukowe**Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią
Polskiej Akademii Nauk

rok 2018, nr 105, s. 15–24

DOI: 10.24425/124377

Maciej SOŁTYSIK¹

Klustry energii jako narzędzie budowy energetyki obywatelskiej

Streszczenie: Analiza funkcjonowania systemu elektroenergetycznego (SEE) oraz zachowań uczestników rynku energii pozwala zidentyfikować występujące na przestrzeni lat trendy, w tym te związane z ewolucją profilu zapotrzebowania na energię elektryczną i moc. Problemy bilansowe z pokryciem zapotrzebowania na moc szczytową mają charakter zarówno krótko, jak i długoterminowy, co implikuje konieczność zmian w sektorze wytwarzania energii elektrycznej. Obok istniejących, „silosowych”, systemowych jednostek wytwórczych, sukcesywnie znaczenia nabiera budowa energetyki rozproszonej realizowanej w formule obywatelskiej w ramach gmin samowystarczalnych energetycznie i klastrów energii. Wsparcie dla tych programów realizowane jest zarówno na poziomie ustawodawczym, jak i w ramach konkretnych konkursów oraz działań ministerialnych. Odczuwalne jest także wsparcie finansowe realizowane m.in. przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej i Regionalne Programy Operacyjne. Jednym z działań promujących ideę klasteryzacji było przeprowadzenie przez Ministerstwo Energii konkursu na certyfikowany klaster energii. Jego celem była promocja i rozwój energetyki rozproszonej, która służyłaby poprawie bezpieczeństwa energetycznego w wymiarze lokalnym, a także mogłaby stanowić bazę wiedzy niezbędnej w pracach planistycznych i opracowywaniu polityki energetycznej państwa.

Na tle potrzeb planistycznych oraz operacyjnych związanych z funkcjonowaniem SEE w referacie przedstawiono syntetyczną analizę wyników konkursu na certyfikowany klaster energii. Przedstawiono informacje dotyczące planów inwestycyjnych w nowe moce wytwórcze, z uwzględnieniem ich rodzaju oraz mocy i kosztów. Dokonano również charakterystyki pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną w klastrach, pochodzącej z własnych źródeł dla trzech perspektyw czasowych

Słowa kluczowe: klustry energii, energetyka rozproszona, energetyka obywatelska, system elektroenergetyczny

Energy clusters as an tool in the development of the civic energy sector

Abstract: An analysis of the power system functioning and the behaviors of the energy market participants allows the trends taking place within years to be identified, including these associated with the evolution of the electric energy and power demand profiles.

¹ PSE Innowacje Sp. z o.o., Warszawa; e-mail: maciej.soltysik@pse.pl

The problems of balancing the peak power demand are of both a short and long term nature, which implies the need for changes in the electricity generation sector. Apart from the existing "silo-type" generation units, the construction of distributed energy sources implemented in the civic formula in the framework of self-sufficient energy communes and energy clusters is becoming increasingly important. Support for these programs is realized both at the legislative level, as well as within dedicated competitions and ministerial activities. The financial support carried out by the National Fund for Environmental Protection and Water Management and the Regional Operational Programs is also noticeable. One of the activities aimed at spreading the idea of clustering was the competition for certified energy clusters, conducted by the Ministry of Energy. The goal of the contest was the promotion and development of the distributed energy sector, which could be used for the improvement of energy security in the local manner and constitute a basis for the knowledge necessary in planning and developing the state's energy policy.

The paper presents a synthetic analysis of the results of the competition for a certified energy cluster from the perspective of planning and operational needs related to the functioning of the power system. Further, the information about the investment plans of new generation capacities, including their breakdown with respect to type, achievable power and costs has been provided. Also, the balancing of the demand for electric energy by own generation within the energy clusters has been characterized for three time perspectives.

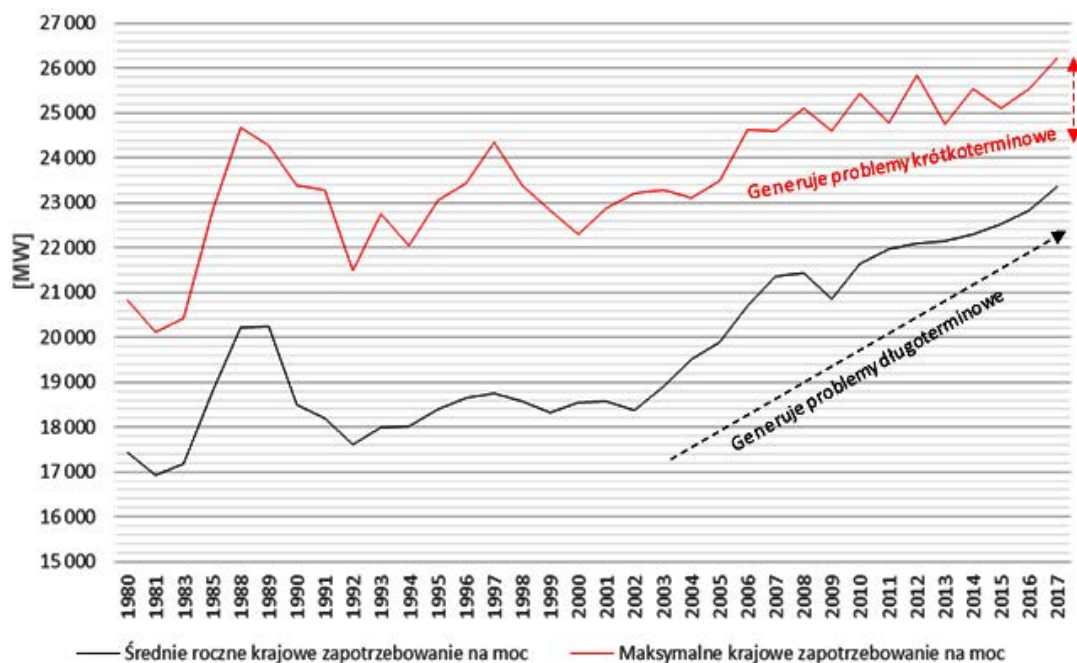
Keywords: energy clusters, distributed generation, civic energy, power system

Wprowadzenie

Podstawową rolą i zadaniem prawidłowo funkcjonującego i rozwijającego się SEE jest zapewnienie trwałej, krótko- i długoterminowej ciągłości i niezawodności dostaw energii elektrycznej o określonych parametrach jakościowych po uzasadnionych i akceptowalnych kosztach. Analiza krajowego zapotrzebowania na energię elektryczną oraz moc szczytową wskazuje na fluktuacje, będące głównie pochodną zmienności trendów gospodarczych i jej kondycji. Zmienność ta wpływa na problemy z pokryciem zapotrzebowania na moc w dwóch perspektywach czasowych. W horyzoncie krótkoterminowym szczególnie istotne jest zbilansowanie lokalnych maksimów zapotrzebowania na moc przypadających głównie w okresach szczytu letniego i zimowego.

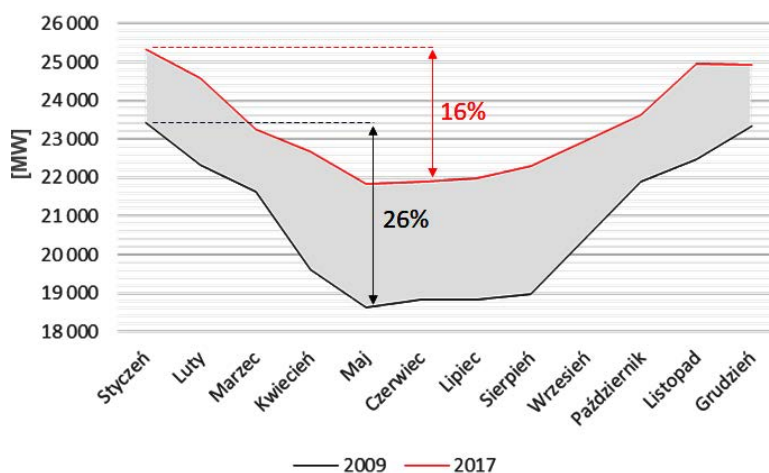
W perspektywie długoterminowej niezmiernie ważne jest zapewnienie w SEE poziomu mocy dyspozycyjnej koniecznej do pokrycia zapotrzebowania rosnącego zgodnie z trendem zilustrowanym na rysunku 1. Jest to istotne z uwagi na nieproporcjonalny wzrost zapotrzebowania na moc względem średniego poziomu mocy dyspozycyjnej. Analiza danych historycznych wskazuje, iż średni roczny poziom zapotrzebowania na moc w kraju w dobowych szczytach obciążenia dni roboczych na przełomie lat 2009–2017 wzrósł z poziomu 20 868 do 23 357 MW, czyli o 11,9%. Jednocześnie w tym samym czasie średni poziom mocy dyspozycyjnej wzrósł z poziomu 26866 do 28700 MW, czyli jedynie o 6,8%. Taka nieproporcjonalność może zatem w dłuższym horyzoncie implikować ryzyka dla prawidłowego funkcjonowania systemu.

Kolejnym elementem „niepożądaną” zmienności jest zmiana profilu rocznego zapotrzebowania na moc, która została zilustrowana na rysunku 2. Na przestrzeni lat 2009–2017 miał miejsce wzrost zapotrzebowania na moc, charakteryzujący się różną dynamiką w poszczególnych miesiącach. Tym samym głębokość doliny letniej uległa istotnemu spłyceciu z poziomu 26% w 2009 r. do 16% w 2017 r. Pogłębiający się w okresie letnim wzrost zapotrzebowania na moc szczytową jest następstwem trwałych zmian charakteru poboru energii



Rys. 1. Średnie roczne krajowe zapotrzebowanie na moc oraz maksymalne w dobowych szczytach obciążenia dni roboczych. Opracowanie własne na podstawie danych PSE SA

Fig. 1. Domestic power demand as annual average and maximum demand recorded during peak load on business days



Rys. 2. Średnie miesięczne krajowe zapotrzebowanie na moc w dobowych szczytach obciążenia dni roboczych. Opracowanie własne na podstawie danych PSE SA

Fig. 2. Average monthly domestic power demand in the load peaks during business days

elektrycznej przez poszczególne grupy odbiorców, a okres ten zbiega się z kalendarzem prac remontowych i modernizacyjnych źródeł wytwórczych. Potrzeby bilansowe implikują zatem ryzyko konieczności skracania kampanii remontowych, co może mieć przełożenie na wystąpienie deficytów mocy w okresach letnich.

Wydaje się, iż trwała zmiana profilu zapotrzebowania na moc i energię elektryczną, przy jednocześnie praktycznie niezmienniej strukturze wytwórczej zagregowanej w ramach tzw. energetyki zawodowej, implikuje potrzebę wprowadzenia zmian w tym obszarze. Patrząc przez pryzmat zarówno sieciowy, jak i bilansowy zasadne staje się, aby w SEE pojawiły się źródła charakteryzujące się większą elastycznością pracy, sprawnością i niezawodnością oraz niższymi kosztami zmiennymi funkcjonowania.

Celem referatu jest próba zdiagnozowania i zidentyfikowania istniejącego oraz zaplanowanego do realizacji potencjału wytwórczego w ramach struktur klastrów energii, a także próba dowiedzenia zasadności tezy, że inwestycje w nowe moce wytwórcze realizowane w obszarze energetyki obywatelskiej mogą stać się istotnym elementem funkcjonowania SEE.

1. „Optymalny” *energy mix* i planowanie energetyczne

W kontekście zidentyfikowanych problemów i wyzwań stojących przed sektorem elektroenergetycznym szczególnie istotne wydaje się określenie struktury wytwórczej w perspektywie kilkunastu, kilkudziesięciu lat wraz z projekcją dla okresu przejściowego, która gwarantowałaby prawidłowe i bezpieczne jego funkcjonowanie. Pojawia się tym samym problem związany z oceną dostępności paliw pierwotnych dla oczekiwanego czasu projekcji, doбором typów źródeł wytwórczych, mocy jednostek oraz ich lokalizacją, które gwarantowałyby zrównoważony rozwój kraju i zapewniałyby bezpieczeństwo energetyczne z jednoczesnym zachowaniem racjonalności użytkowania paliw i energii. Cechy te, korespondujące bezpośrednio z celami ustawy Prawo energetyczne określonymi w art. 1 ust. 2 ([Prawo energetyczne 1997](#)), determinują potrzebę poszukiwania tzw. optymalnego *energy mix*. Należy podkreślić, że nie jest możliwe określenie jednej, uniwersalnej i powszechnie akceptowalnej definicji optymalnej struktury wytwórczej. Optymalność jest bowiem stanem będącym następstwem pewnego wyboru dokonanego z katalogu dostępnych i dopuszczalnych możliwości ocenianych przez pryzmat przyjętych kryteriów. Struktura *energy mix* musi zatem ewoluować, a jej „optymalność” ma atrybut tymczasowości. Na jej zmienność mają wpływ m.in. otoczenie legislacyjne i regulacyjne, postęp technologiczny oraz aspekty ekonomiczne. O ile zatem sama struktura wytwórcza będzie ulegać modyfikacjom, o tyle jej aktualny i przyszły kształt powinien każdorazowo gwarantować uzyskanie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa i jakości dostaw energii dostosowanego do akceptowalnego poziomu związanych z tym kosztów. Ustawa ([Prawo energetyczne 1997](#)) uszczegóławia te kwestie odwołując się do polityki energetycznej państwa oraz wskazując na działania konieczne do zrealizowania przez gminy i operatorów sieci na poziomie lokalnym i regionalnym.

Jednym z dokumentów opisującym strategiczne funkcje i role państwa jest Polityka energetyczna ([Polityka 2009](#)). Jej celem, określonym w art.13 ustawy ([Prawo energetycz-](#)

ne 1997) jest zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego kraju, wzrost konkurencyjności gospodarki, jej efektywności energetycznej, a także ochrony środowiska. Zgodnie z założeniami ustawowymi dokument musi określać m.in. bilans paliwowo-energetyczny kraju, zdolności wytwórcze krajowych źródeł paliw i energii oraz rozwój wykorzystania instalacji odnawialnych źródeł energii i kierunki restrukturyzacji sektora energetycznego. Polityka energetyczna państwa opracowywana jest z uwzględnieniem oceny realizacji polityki za poprzedni okres, a także w oparciu o prognozy obejmujące 20-letni okres planistyczny, dla którego sporządza się program działań wykonawczych.

Realizacja tak zdefiniowanych krajowych celów strategicznych wymusza konieczność pozyskiwania informacji na poziomie regionalnym i deleguje część związanych z tym obowiązków planistycznych na samorządy i operatorów sieci dystrybucyjnych (OSD).

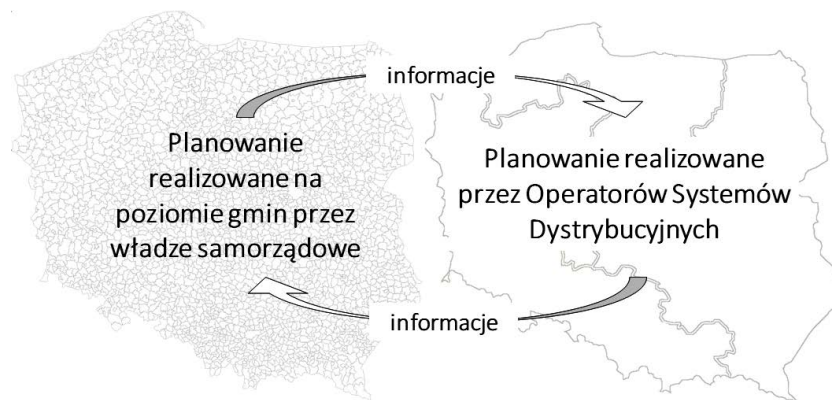
Ustawa ([Prawo energetyczne 1997](#)) nakłada zatem na gminy obowiązek planowania i organizacji zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe na ich obszarze, a na wójta, burmistrza lub prezydenta opracowanie projektu założeń do tegoż planu sporządzanego na okres co najmniej 15 lat, a następnie aktualizowanie go nie rzadziej niż co 3 lata. Projekt założeń powinien określać m.in.:

- ocenę stanu aktualnego i przewidywanych zmian zapotrzebowania na ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe,
- przedsięwzięcia racjonalizujące użytkowanie ciepła, energii elektrycznej i paliw gazowych,
- możliwości wykorzystania istniejących nadwyżek i lokalnych zasobów paliw i energii, z uwzględnieniem energii elektrycznej i ciepła wytwarzanych w instalacjach OZE i źródłach kogeneracyjnych.

Jednocześnie ustawa ([Prawo energetyczne 1997](#)) obliguje operatorów systemów dystrybucyjnych do sporządzenia planu rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na okres nie krótszy niż 5 lat oraz prognozę dotyczącą stanu bezpieczeństwa dostarczania energii elektrycznej na okres nie krótszy niż 15 lat. Plan rozwoju powinien określać m.in.:

- przewidywany zakres dostarczania energii,
- przedsięwzięcia w zakresie modernizacji, rozbudowy albo budowy sieci oraz planowanych nowych źródeł, w tym instalacji OZE,
- przedsięwzięcia racjonalizujące zużycie paliw i energii u odbiorców, w tym także przedsięwzięcia w zakresie pozyskiwania, transmisji oraz przetwarzania danych pomiarowych z licznika zdalnego odczytu,
- planowany harmonogram realizacji inwestycji.

Sporządzanie planów założeń przez gminy, jak i planów rozwoju przez OSD dotyczy tych samych odbiorców oraz obszarów pokrywających się geograficznie i wymaga ścisłej współpracy i wymiany informacji, co zilustrowano na rysunku 3. Niestety, jak wskazują analizy autorskie wykonane na próbie kilkudziesięciu gmin województwa śląskiego oraz wyniki analiz rządowych ([Program działań 2015](#)), odsetek gmin, które opracowują plany lub założenia do planów zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe, wynosi zaledwie 22%. Brak tych dokumentów rzutuje automatycznie na jakość planowania realizowanego przez OSD oraz centralne przy aktualizacji polityki energetycznej.



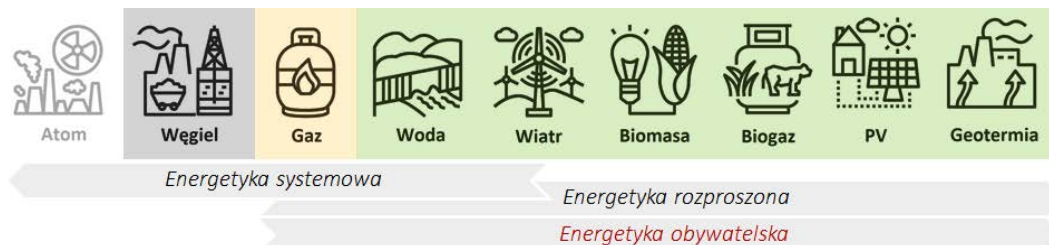
Rys. 3. Przepływ informacji na poziomie lokalnym

Fig. 3. Information exchange flow at the local level

Kwestie zaniechań na poziomie gmin i braku realizacji procesu planistycznego zostały dostrzeżone na etapie przygotowywania aktualizacji polityki energetycznej ([Program działań 2015](#)), gdzie sformułowano następujące działania i wskazano na konieczność ich realizacji:

- uregulowanie rozporządzeniem procedury sporządzania przez gminy założeń i planów zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe oraz metod realizacji tych planów,
- wprowadzenie zmian do Prawa energetycznego w zakresie zdefiniowania odpowiedzialności organów samorządowych za przygotowanie lokalnych założeń do planów i planów zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe,
- wdrożenie kierunków budowy biogazowni rolniczych, przy założeniu powstania do roku 2020 średnio jednej biogazowni w każdej gminie.

Niestety działania te nie znalazły odzwierciedlenia w zmianie obowiązujących regulacji, co w dalszym ciągu utrudnia skuteczny przepływ informacji koniecznych do realizacji procesów planistycznych i świadomego ukierunkowywania rozwoju sektora elektroenergetycznego. Stan ten jest niepokojący z powodu bardzo dynamicznego rozwoju energetyki rozproszonej i tym samym braku możliwości dokonania rzetelnej oceny jego wpływu na funkcjonowanie systemu w perspektywie średnio- i długoterminowej. Obserwowany postęp technologiczny oraz promocja źródeł rozproszonych na poziomie zarówno wytycznych wspólnotowych, jak i prawa krajowego, skutkują sukcesywnym wzrostem popularności budowy jednostek małych mocy. W SEE występuje zatem swoista „warstwowość” segmentu generacji, w ramach której można wyróżnić obszar energetyki systemowej oraz rozproszonej, co schematycznie przedstawiono na rysunku 4. Budowa rozproszonych, małych źródeł wytwórczych realizowana jest obecnie głównie przez przedsiębiorstwa energetyczne nastawione na odsprzedaż rynkową wyprodukowanej energii elektrycznej. Można sobie jednak wyobrazić upowszechnienie i rozpropagowanie tej formy budowy źródeł na poziomie



Rys. 4. Warstwowość energetyki w Polsce

Fig. 4. Stratification of the energy sector in Poland

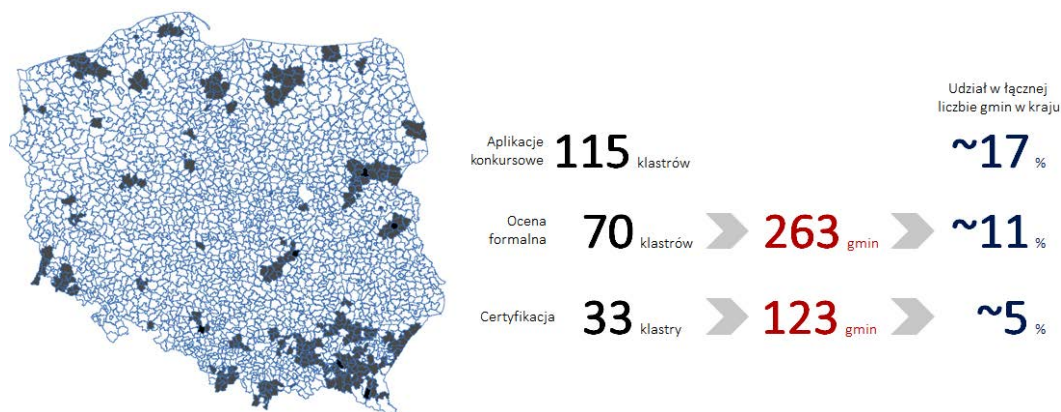
lokalnym i regionalnym w formule energetyki obywatelskiej, realizowanej w ramach klastrów energii lub gmin samowystarczalnych energetycznie (Całus i in. 2018; Sołtysik i in. 2018).

Energetyka obywatelska zakłada zaangażowanie obywateli i społeczności lokalnych zarówno w produkcję energii elektrycznej, jak i jej dystrybucję oraz zarządzanie tymi procesami. Energetyka obywatelska ma tym samym szansę stać się alternatywą dla energetyki zawodowej w kontekście budowania bezpieczeństwa energetycznego na podstawie lokalnych zasobów energetycznych i kapitału mieszkańców.

2. Budowanie energetyki obywatelskiej poprzez klastry energii

Rozpropagowanie idei i rozwój energetyki obywatelskiej znajduje szerokie odzwierciedlenie w programach rządowych i w kierunkach podejmowanych prac legislacyjnych. Najpopularniejszą formą stało się wsparcie koncepcji samowystarczalności energetycznej gmin oraz budowy klastrów energii. Ich definicja została wprowadzona w 2016 r. nowelizacją ustawy o OZE (Ustawa OZE 2015), a sama koncepcja spotkała się z dużą przychylnością i pozytywnym odbiorem wśród uczestników rynku. Rozpropagowaniu koncepcji pomógł ogłoszony w dniu 16 sierpnia 2017 r. przez Ministerstwo Energii, I Konkurs na certyfikowany klaster energii (ME 2018). Nabór wniosków trwał do 16 października 2017 r. W okresie naboru do konkursu przystąpiło 115 klastrów z 15 województw, reprezentując łącznie około 17% wszystkich gmin w Polsce. Pierwszy etap oceny inicjatyw klastrowych polegał na ocenie formalnej, w wyniku której odrzucono 45 wniosków, a 70 pozostałych skierowano do oceny merytorycznej. Ocena ta miała miejsce wiosną 2018 r., a przeprowadzona została przez ekspertów branżowych w formule panelowej. W wyniku tej oceny Certyfikat Pilotażowego Klastra Energii uzyskały 33 klastry z 12 województw. Dziesięć klastrów, które podczas prezentacji otrzymało najwyższe oceny dodatkowo uhonorowano wyróżnieniem. Liderem konkursu został Klaster Energii Zbiornika Czorsztyńskiego, który uzyskał maksymalną liczbę punktów na etapie oceny merytorycznej.

Warto podkreślić, co zilustrowano na rysunku 5, że klastry energii pozytywnie ocenione na poziomie formalnym pokrywały geograficznie obszar 263 gmin, co stanowi około 11%



Rys. 5. Gminy uczestniczące w konkursowym procesie certyfikacji

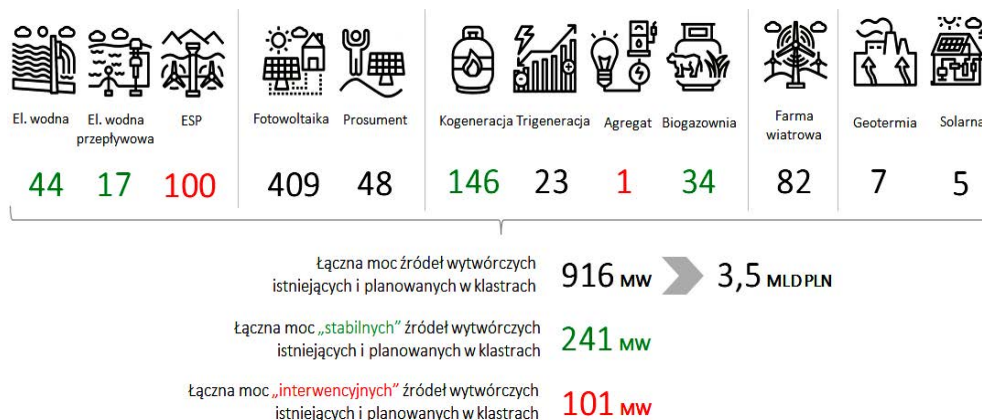
Fig. 5. Communes participating in the competitive certification process

wszystkich gmin w kraju. Można zatem stwierdzić, że aż co dziewiąta gmina w Polsce wchodzi w struktury któregoś z klastrów energii. Oczywisty zatem staje się fakt, że poprzez efekt skali zaplanowane i realizowane na poziomie lokalnym inwestycje w nowe moce wytwórcze, staną się bardzo ważnym elementem krajowego SEE. Na poziomie centralnego, strategicznego planowania ważną zatem staje się wiedza o typach, mocach, lokalizacjach i harmonogramie budowy źródeł w klastrach, która powinna być pozyskiwana od koordynatorów lub liderów klastrów. Kluczowy staje się również monitoring tych informacji, gdyż są one pochodnymi wewnętrznych procesów optymalizacyjnych (Sołtysik i Kozakiewicz 2018) i bieżących uzgodnień między uczestnikami klastrów.

Strategie rozwoju klastrów energii, opracowywane przez ich uczestników, obejmują swoją średnio- i długoterminową perspektywą kwestie inwestycyjne w modernizację istniejących i budowę nowych mocy wytwórczych. Analiza planów inwestycyjnych 70 klastrów energii wskazuje, że na ich terenach zakłada się powstanie lokalnych źródeł o łącznej mocy 916 MW, za kwotę około 3,5 mld zł, co szczegółowo zostało przedstawione na rysunku 6. Analizując stronę technologiczną warto podkreślić, że źródła te wykorzystywać będą większość nośników energii pierwotnej i odnawialnej, tj.: gaz, geotermię, energię promieniowania słonecznego, wiatr i wodę. Z uwagi na charakter ich pracy można je pogrupować wokół źródeł o stabilnym, niestabilnym i interwencyjnym profilu generacji. Z analiz wynika, że suma mocy w źródłach o stabilnej charakterystyce produkcji sięga 241 MW i obejmuje elektrownie wodne, elektrownie wodne przepływowe, kogenerację i biogazownie. W planach inwestycyjnych dominują jednak źródła fotowoltaiczne, wiatrowe i prosumenckie charakteryzujące się niestabilnością generacji, których łączna moc uzyska poziom 539 MW. Szczególnie istotne z perspektywy operacyjnego funkcjonowania klastrów, samobilansowania i możliwości świadczenia usług regulacyjnych jest planowanie inwestycji w źródła interwencyjne, w tym w elektrownie szczytowo-pompowe i agregaty prądotwórcze. Łączna moc tych źródeł ma osiągnąć poziom 101 MW. Warto również podkreślić, że w klastrach

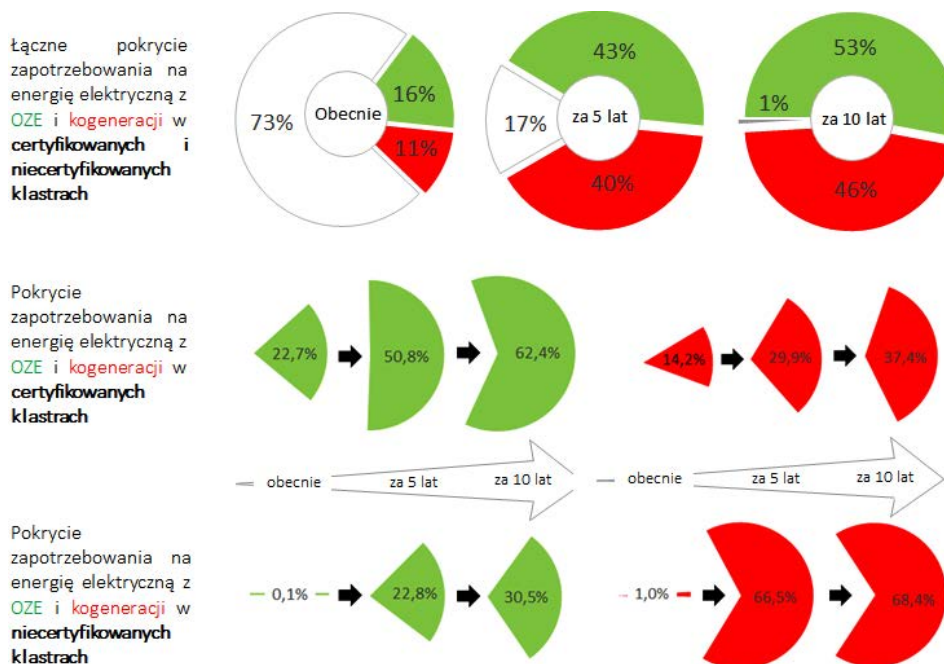
energii zakłada się także budowę źródeł trigeneracyjnych, geotermalnych i solarnych ukierunkowanych na wytwarzanie ciepła i chłodu.

Analiza strategii rozwoju 70 klastrów energii pozwala również na ocenę stopnia pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną z własnych źródeł wytwórczych, co zilustrowano na rysunku 7.



Rys. 6. Plany inwestycyjne w nowe moce wytwórcze [MW] w klastrach energii

Fig. 6. Investment plans for new generation capacities [MW] within energy clusters



Rys. 7. Plany pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną z własnych źródeł w ramach klastrów energii

Fig. 7. Plans to cover the electricity demand from own sources within energy clusters

W chwili obecnej zapotrzebowanie to jest pokryte w około 27%, przy czym ze źródeł odnawialnych i kogeneracyjnych odpowiednio w wysokości 16 i 11%. W perspektywie 10 lat zakłada się wzrost samowystarczalności na energię elektryczną analizowanych klastrów do poziomu 99%, z czego 53% pochodzić będzie z OZE.

Warto również wskazać na zdecydowanie wyższy stopień zaawansowania inwestycji w klastrach, które otrzymały ministerialny certyfikat. W tej grupie klastrów pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną z istniejących źródeł energii wynosi 37%, co rozkłada się na 23 i 14% udział odpowiednio źródeł odnawialnych i kogeneracyjnych. W przypadku klastrów niecertyfikowanych aktualne pokrycie zapotrzebowania z własnych źródeł wynosi jedynie około 1%.

Podsumowanie

Promocja i rozwój energetyki obywatelskiej realizowane są na poziomie inicjatyw lokalnych i regionalnych, co w sposób szczególnie widoczne jest w ramach tworzonych klastrów energii. Do spopularyzowania tej koncepcji przyczynił się konkurs na certyfikowany klastery energii, w ramach którego złożono 70 aplikacji spełniających kryteria formalne. Jak wynika z przeprowadzonej analizy strategii i planów inwestycyjnych klastrów energii, w perspektywie 10 lat zakłada się powstanie 916 MW w odnawialnych i kogeneracyjnych źródłach rozproszonych, co dowodzi postawionej we wprowadzeniu tezy. Perspektywa ta sprawia, że 263 gminy objęte analizowanymi klastrami uzyskają wskaźnik samowystarczalności energetycznej na poziomie sięgającym 100%. Bez względu na to, w jakiej części uda się zrealizować te ambitne cele, ważna jest potrzeba pozyskania i bieżącego monitoringu postępów tych prac, co w istotny sposób pozwoli dokładniej przygotowywać planowanie na poziomie centralnym i precyzyjnie określać kierunki działań strategicznych z punktu widzenia całego kraju.

Literatura

- Całus i in. red. 2017. *Uwarunkowania samowystarczalności energetycznej gmin*. Praca zbiorowa pod redakcją naukową Sylwii Całus. Radom: Instytut Naukowo-Wydawniczy Spatium.
- ME 2018 – witryna Ministerstwa Energii. [Online] <https://www.gov.pl/energia/klastry-energii> [Dostęp: 2.08.2018].
- Polityka 2009 – *Polityka Energetyczna Polski do 2030 roku*. Warszawa, 10 listopada 2009 r.
- Prawo energetyczne 1997 – ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz.U. 1997 nr 54, poz. 348, z późniejszymi zmianami).
- Program działań 2015 – Program działań wykonawczych na lata 2015–2018. Załącznik 3 do Polityki energetycznej Polski do 2050 roku wersja 0.4. Warszawa, czerwiec 2015 r.
- Sołtysik, M. i Kozakiewicz, M. 2018. Wybrane zagadnienia optymalizacyjne w klastrach energii. *Rynek Energii* nr 3(136), s. 912.
- Sołtysik i in. 2018 – Sołtysik, M., Mucha-Kuś, K. i Rogus, R. 2018. Klastry energii w osiągnięciu samowystarczalności energetycznej gmin. *Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN* nr 102, s. 301–312.
- Ustawa OZE 2015 – Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz.U. 2015 poz. 478, z późniejszymi zmianami).