

# Cyfryzacja w działaniach na rzecz efektywności energetycznej w firmach sektora MŚP

Anna Pamuła

**Cyfryzacja  
w działaniach  
na rzecz efektywności  
energetycznej w firmach  
sektora MŚP**



WYDAWNICTWO  
UNIWERSYTETU  
ŁÓDZKIEGO

CYFRYZACJA

# **Cyfryzacja w działaniach na rzecz efektywności energetycznej w firmach sektora MŚP**

Anna Pamuła

Anna Pamuła – Uniwersytet Łódzki, Wydział Zarządzania  
Katedra Informatyki, 90-237 Łódź, ul. Matejki 22/26

RECENZENT

*Jacek Otto*

REDAKTOR INICJUJĄCY

*Monika Borowczyk*

REDAKTOR

*Marcin Mach*

SKŁAD I ŁAMANIE

*AGENT PR*

*Wojciech Galik*

PROJEKT OKŁADKI

*Agencja Reklamowa efektoro.pl*

Na okładce wykorzystano zdjęcie: © Depositphotos.com/grandfailure

© Copyright by Anna Pamuła, Łódź 2021

© Copyright for this edition by Uniwersytet Łódzki, Łódź 2021

© Copyright for this edition by AGENT PR, Kraków 2021

Publikacja jest udostępniona na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa-Użycie  
niekomercyjne-Bez utworów zależnych 4.0 (CC BY-NC-ND)

Wydane przez Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego

Wydanie I. W.09042.18.0.M

Ark. wyd. 8,0; ark. druk. 11,0

ISBN WUŁ 978-83-8220-558-9

e-ISBN WUŁ 978-83-8220-559-6

ISBN AGENT PR 978-83-64462-91-7

<https://doi.org/10.18778/8220-558-9>

Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego

90-131 Łódź, ul. Lindleya 8

[www.wydawnictwo.uni.lodz.pl](http://www.wydawnictwo.uni.lodz.pl)

e-mail: [ksiegarnia@uni.lodz.pl](mailto:ksiegarnia@uni.lodz.pl)

tel. 42 665 58 63

# Spis treści

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Wstęp</b>   | <b>7</b>  |
| <b>Rozdział 1</b>  |           |
| Efektywność energetyczna w MŚP   | <b>11</b> |
| 1.1. Zmiany systemu elektroenergetycznego  | 11        |
| 1.2. Pojęcie efektywności energetycznej  | 13        |
| 1.3. Potencjał działania i środki na rzecz efektywności energetycznej  | 17        |
| 1.4. Bariery wdrażania działań na rzecz efektywności energetycznej   | 22        |
| 1.5. Potencjał MŚP w zakresie efektywności energetycznej   | 28        |
| 1.6. Stymulatory implementacji działań na rzecz efektywności energetycznej   | 31        |
| 1.7. Zarządzanie popytem na energię i prosumpcja jako elementy wspierające działania na rzecz efektywności energetycznej | 38        |
| 1.8. Audyt energetyczny jako element wspierający działania na rzecz efektywności energetycznej                           | 42        |
| 1.9. Modele oceny dojrzałości działań w zakresie EE w firmach sektora MŚP  | 47        |
| <b>Rozdział 2</b>  |           |
| Wpływ cyfryzacji na efektywność energetyczną   | <b>61</b> |
| 2.1. Wpływ cyfryzacji na modele biznesowe firm sektora energetycznego  | 61        |
| 2.2. Technologie cyfrowe w sektorze energetycznym  | 65        |
| 2.3. Wpływ technologii cyfrowych na efektywność energetyczną w sektorach końcowego wykorzystania energii                 | 68        |
| 2.4. Obszary cyfryzacji i zastosowania nowych technologii w elektroenergetyce  | 70        |
| 2.5. Platformy cyfrowe dla efektywności energetycznej  | 77        |
| 2.6. Opomiarowanie zużycia energii elektrycznej i ciepłej  | 87        |
| 2.7. Dane w procesach poprawy efektywności energetycznej   | 93        |
| 2.8. Podsumowanie  | 95        |

## **Rozdział 3**

|   |            |
|---|------------|
| Zaangażowanie przedsiębiorstw sektora MŚP w Polsce w działania na rzecz efektywności energetycznej w świetle badań własnych | <b>97</b>  |
| 3.1. Metodyka badania i charakterystyka próby   | 97         |
| 3.2. Działania na rzecz efektywności energetycznej podejmowane przez przedsiębiorstwa sektora MŚP                           | 101        |
| 3.2.1. Postrzeganie znaczenia kwestii związanych z efektywnością energetyczną   | 101        |
| 3.2.2. Odpowiedzialność za działania na rzecz efektywności energetycznej  | 107        |
| 3.2.3. Działania inwestycyjne na rzecz efektywności energetycznej   | 112        |
| 3.2.4. Działania inwestycyjne na rzecz efektywności energetycznej – procedury zakupu  | 115        |
| 3.2.5. Poziom podejmowania działań na rzecz efektywności energetycznej  | 118        |
| 3.2.6. Czynniki motywujące i demotywuujące MŚP do działań na rzecz efektywności energetycznej                               | 121        |
| 3.3. Stosunek do nowych możliwości udziału w rynku energii i prosumpcji   | 126        |
| 3.3.1. Zmiana dostawcy energii  | 127        |
| 3.3.2. Wybór dostawcy energii a oferowane usługi  | 128        |
| 3.3.3. Udział w programach zarządzania popytem na energię (DSM)   | 129        |
| 3.3.4. Możliwość stosowania różnych programów taryfowych  | 130        |
| 3.3.5. Zakup urządzeń produkujących energię   | 133        |
| 3.4. Wykorzystanie i postrzeganie możliwości, jakie daje cyfryzacja w obszarze EE   | 135        |
| 3.4.1. Pomiar zużycia energii i analiza danych  | 136        |
| 3.4.2. Postrzeganie cyfrowych platform do zarządzania energią   | 140        |
| 3.5. Wykorzystanie i ocena źródeł wiedzy  | 142        |
| 3.6. Ocena dojrzałości badanych MŚP w zakresie działań na rzecz EE  | 147        |
| 3.7. Podsumowanie   | 158        |
| <b>Zakończenie</b>  | <b>161</b> |
| Bibliografia  | 165        |
| Spis tabel  | 173        |
| Spis rysunków   | 175        |

# Wstęp

Efektywność energetyczna (EE), traktowana jest jako „nowy” zasób, którym organizacja może zarządzać podobnie jak innymi zasobami. Jej rola będzie rosła, albowiem rosło będzie zapotrzebowanie na energię. Głównym czynnikiem napędzającym zapotrzebowanie na energię było pojawienie się i dyfuzja technologii wykorzystujących energię, takich jak: silniki parowe, silniki spalinowe, oświetlenie elektryczne itp. Globalne zapotrzebowanie na energię gwałtownie wzrosło, szczególnie od czasu rewolucji przemysłowej, gdy technologie przetwarzania energii weszły w dynamiczny proces korelacji z innymi technologiami. Dostępność taniej energii napędzał wzrost gospodarczy, ale wzrost gospodarczy spowodował również drastyczny wzrost zapotrzebowania na energię, szczególnie w krajach uprzemysłowionych w ciągu ostatnich dwóch stuleci (Fleiter, 2012).

Problem ten nasila się w XXI wieku, gdyż cyfryzacja i nowe technologie, w tym dynamicznie rozwijający się Internet Rzeczy, opierają się na nieustannej komunikacji, zwykle elektronicznej. Biorąc pod uwagę masowość urządzeń komunikujących się, wymagających korzystania z energii, rosło będzie również jej zużycie. Państwa i organizacje stają zatem przed problemem wykorzystywania większej ilości energii przy jednoczesnym mniejszym zużyciu zasobów naturalnych. Odpowiedzią na powyższe problemy stała się między innymi koncepcja zrównoważonego rozwoju, która na stałe wpisała się w strategię organizacji. Działania rekomendujące przejście na model zrównoważonej energii skupiają się na dwóch celach: promocji i rozpowszechnianiu EE oraz przyjęciu nowych źródeł energii odnawialnej z technologii zielonej energii (OZE). W krótkim okresie polityki publicznej, dążące do redukcji emisji gazów powodujących efekt cieplarniany, wykorzystują przede wszystkim regulacje i narzędzia finansowe, ale w dłuższej perspektywie najważniejszą determinantą sukcesu jest skuteczniejsze rozpowszechnianie nowych technologii. Cele efektywności energetycznej i wykorzystywania OZE przedstawiają znaczącą synergię i można uznać, iż są zintegrowane z bardziej ogólną koncepcją ekoinnowacji (Segarra-Blasco, Jové-Llopise, 2019).



Obecne trendy w gospodarce, takie jak serwicyzacja i ekonomika subskrypcji, zmieniają wszystkie branże. W przypadku energii klienci nie muszą już kupować kilowatogodzin, ale mogą korzystać z usług, płacąc stawki ryczałtowe lub wybrać model „pay per use” i płacić zgodnie ze zużyciem energii lub brać udział w rynku energii i programach DSR (reakcji strony popytowej).

W polskiej gospodarce nadal kluczowym źródłem energii jest węgiel, z roku na rok wzrasta jednak wykorzystanie energii odnawialnej. Cyfryzacja i zastosowanie nowoczesnych technologii to tematy ważne dla dużych przedsiębiorstw. Jednak małe i średnie firmy powoli zaczynają interesować się ich wykorzystaniem, zwłaszcza w obszarze efektywności energetycznej.

W sektorze małych i średnich przedsiębiorstw często stosuje się proste technologie, oparte na starych rozwiązaniach. Zmiana na nowe, innowacyjne technologie wymaga bowiem kapitału, którym zwykle nie dysponują. Dla większości MŚP koszt energii nie stanowi wysokiej pozycji w budżecie, a jak wskazują badania Krajowej Agencji Poszanowania Energii SA, właściciele i menadżerowie tych firm nie są skłonni przeznaczyć nawet kwoty rzędu 2–3 tys. złotych na przeprowadzenie audytu techniczno-energetycznego, co istotne, nawet wtedy, gdy połowę kosztów pokrywa program dofinansowania (Rączka, 2010).

Efektywność energetyczna jest jednym z priorytetów polskiej polityki energetycznej. Według danych z bazy Eurostat z 2016 r., dotyczących energochłonności gospodarki, spośród 28 państw członkowskich UE polska gospodarka jest nadal prawie dwa razy bardziej energochłonna (231,2 kg ekwiwalentu ropy na 1000 euro PKB) niż średnia UE (118,6 kg ekwiwalentu ropy na 1000 euro PKB) (MAP, 2019). Opracowywane są strategie mające pomóc osiągnąć zakładane cele. W przypadku Polski to Strategia na rzecz odpowiedzialnego rozwoju (SOR), która wskazuje działania w zakresie poprawy EE polegające na ograniczaniu energochłonności gospodarki (MAP, 2019).

Z prowadzonych dotychczas badań wynika, że MŚP pozostawały w tyle w zakresie powszechnego wdrażania efektywności energetycznej oraz stosowania czystszych technologii i praktyk produkcyjnych ze względu na różnego rodzaju bariery ekonomiczne, organizacyjne i behawioralne (Trianni, Cagno, Farne, 2016).

W Polsce jest ok. 1,84 mln przedsiębiorstw, z czego większość (99,8%) to przedsiębiorstwa mikro (17,76 mln), małe (59,2 tys.) i średnie (15,5 tys.). Dla obniżania barier w zakresie EE wprowadzono wiele instrumentów wsparcia finansowego dla MŚP, ale konieczne jest nadal wzmożenie wysiłków na rzecz promowania i rozpowszechniania wiedzy na temat obecnych wymogów prawnych i nowych technologii oraz zapewnienie dostępu do wiedzy eksperckiej dla MŚP (<https://www.gov.pl>).

Część badaczy zwraca uwagę na ekonomiczne korzyści działań na rzecz EE, wskazując, iż cyfryzacja i efektywność działań związanych ze zużyciem energii mają coraz większy wpływ na wyniki finansowe przedsiębiorstw, co jest związane z krótkim okresem zwrotu inwestycji, który w przypadku małych projektów trwa zaledwie od około 3 do 5 lat (Tricoire, 2019), podczas gdy czas zwrotu z innych inwestycji może być znacznie dłuższy. Z punktu widzenia gospodarki istotne są efekty środowiskowe. Podczas gdy ekonomiczne argumenty (głównie koszty i korzyści) koncentrują się na modelu wzrostu związanym z maksymalizacją (produkcji, świadczenie usług) przy mniejszej ilości (energii, zasobów), podejście oparte na wartościach może prowadzić do rozważań na temat celu handlu i charakteru tego, co jest wystarczające dla rozwoju biznesu i jednocześnie korzystne dla środowiska. Takie podejście, wspierane przez zestaw narzędzi i aplikacji, zwiększa szanse na stworzenie w MŚP rzeczywistej i trwałej zmiany w zakresie ograniczania wpływu na środowisko naturalne (Fawcett, Hampton, 2020).

Transformacja cyfrowa, zwłaszcza zastosowanie narzędzi sztucznej inteligencji, jest w stanie wspomóc zmniejszenie zużycia energii bez wymuszania na odbiorcach rezygnacji z przyzwyczajajeń związanych z wykorzystaniem energii.

Klasyczne ekonomiczne argumenty, wykorzystywane przez decydentów politycznych, audytorów energetycznych czy też agencji i stowarzyszeń do motywowania MŚP w zakresie działań na rzecz racjonalizacji zużycia energii muszą być uzupełnione o bardziej ambitne i kreatywne podejścia angażujące MŚP w większym stopniu w znaczące dyskusje na temat etyki i odpowiedzialności środowiskowej (Fawcett, Hampton, 2020). Dlatego też promocja działań na rzecz efektywności energetycznej powinna wiązać się ze wskazaniem tzw. korzyści nieenergetycznych (*non energy benefits*) wynikających z wdrożenia odpowiednich praktyk. Badanie (Trianni i in., 2016) pokazuje, że mniejsze i nieenergetyczne korzyści

pojawiają się jako najbardziej krytyczne, a zatem wymagające większej uwagi decydentów politycznych.

Jak do tej pory potencjał MŚP w zakresie EE pozostaje w dużej mierze niewykorzystany, pomimo wielu inwestycji i programów w efektywność energetyczną.

Wzrost efektywności energetycznej w MŚP wymaga nieustannych wysiłków ze strony rządów, ekspertów, instytucji finansowych i innych zainteresowanych stron. Wynika to z dużej liczby i różnorodności MŚP.

Celem monografii jest przedstawienie zagadnień dotyczących efektywności energetycznej i zmian zachodzących w zarządzaniu energią związanych z cyfryzacją oraz zaprezentowanie wyników badań dotyczących postrzegania przez MŚP tego zagadnienia, w tym oceny barier i zachęt wpływających na zakres stosowania praktyk związanych z EE.

# Rozdział 1

## Efektywność energetyczna w MŚP

### 1.1. Zmiany systemu elektroenergetycznego

Sektor energetyczny przechodzi proces transformacji związany ze zmianą paradygmatu systemu sterowanego centralnie, na rozproszony i zaspokajający potrzeby energetyczne w znacznej mierze poprzez rozwój rozproszonych i odnawialnych źródeł energii (OZE). Do rozwoju nowego systemu przyczynia się między innymi transformacja cyfrowa i wykorzystanie potencjału, jaki dają technologie, takie jak: Internet Rzeczy (*Internet of Things* – IoT) czy Big Data.

Ze względu na urbanizację oraz coraz większą liczbę urządzeń podłączonych do sieci konsumpcja energii rośnie, przez co wzrastać też będzie zapotrzebowanie na energię. Z prognoz Polskich Sieci Elektroenergetycznych<sup>1</sup> wynika, że w 2023 r. w polskim systemie energetycznym może braknąć ok. 1000 MW energii elektrycznej, a w 2035 nawet 13 000 MW.

W koncepcji nowoczesnego przemysłu zasada pracy polega na wykorzystaniu potencjału i zasobów oferowanych przez różnych uczestników rynku w postaci usług oraz umiejętności uzyskiwania oczekiwanych efektów przy zużyciu malejących zasobów. Koncepcja zrównoważonego rozwoju wymusza na organizacjach wiele zmian w wielu obszarach, np. w komunikacji i transporcie jest to zastępowanie trakcji spalinowej napędami elektrycznymi. Szczególne znaczenie przypisuje się rozwiązaniom, które pozwalają wykorzystywać energię elektryczną uzyskaną z instalacji OZE zlokalizowanych w bezpośrednim sąsiedztwie urządzeń czerpiących tę energię, np. poprzez instalowanie instalacji OZE w pojazdach,

---

<sup>1</sup> Kłopoty z prądem, NIK, 30.12.2019, <https://www.nik.gov.pl/aktualnosci/klopoty-z-pradem.html> (dostęp: 2.06.2021).

oświetlenia znaków drogowych poprzez energię kumulowaną z paneli słonecznych (Gajewski, Paprocki, Pieriegud, 2016).

Problemem zaspokajania zapotrzebowania na energię są okresy szczytowego popytu na energię. Bardziej efektywne wykorzystanie energii przez odbiorców końcowych powoduje przeniesienie korzystania z urządzeń energochłonnych na inne okresy, co pozwala na zmniejszenie kosztów krańcowych mocy uruchamianych w szczytach, poprzez zastosowanie algorytmu uruchamiania mocy od najtańszych do najdroższych. Powoduje to zmniejszenie przeciętnego kosztu dostarczenia jednostki energii, jaki ponosi cała gospodarka, czy szerzej całe społeczeństwo (Rączka, 2010). Trwałe spłaszczenie popytu szczytowego poprzez oszczędne gospodarowanie energią przez odbiorców końcowych przynosi znacznie większe korzyści dla gospodarki. Podobnie dzieje się w systemach ciepłowniczych, choć uzyskane efekty są mniej odczuwalne ze względu na niższe straty przesyłu i wyższą sprawność procesu przekształcania paliwa w energię końcową, jaka trafia do odbiorcy (Rączka, 2010).

Dostępność i przystępność cenowa OZE powoduje upowszechnianie się modelu prosumenta nie tylko wśród gospodarstw domowych, ale i przedsiębiorstw oraz jednostek administracji publicznej. Instalowanie OZE w formie wiatraków lub ogniw fotowoltaicznych prowadzić może do istotnego ograniczenia zużycia energii elektrycznej oferowanej przez dostawców z obszaru energetyki zawodowej na rzecz produkcji własnej. Takie rozwiązanie oznacza jednocześnie tendencję do zmniejszania się popytu na surowce energetyczne pochodzenia organicznego (Gajewski, Paprocki, Pieriegud, 2016).

Mając do dyspozycji nowe technologie, organizacje uczą się, jak zwiększać wydajność oraz opracowywać nowe produkty i usługi. Innowacyjne rozwiązania pojawiać się mogą zatem w każdym miejscu, gdzie energia jest konsumowana, produkowana lub stanowi przedmiot handlu. Podobnie przedsiębiorstwa powinny uczyć się korzystać z inteligentnych rozwiązań technologicznych, które ułatwiają zarządzanie i utrzymanie wydajności energetycznej. Dotyczy to nie tylko firm sektora energetycznego, ale wszystkich jednostek gospodarczych i administracyjnych.

Kluczowe kierunki rozwoju dla firm sektora energetycznego określono jako:

- wzrost sprzedaży energii z rozproszonych i odnawialnych źródeł wytwarzania i współpracę w prosumentami,

- implementację inteligentnych i wydajnych systemów dystrybucji,
- rozwój usług związanych z bilansowaniem popytu i podaży,
- współpracę we wszystkich kanałach komunikacji i świadczenia kompleksowych usług (nie tylko sprzedaży energii) dla konsumentów/prosumentów ery cyfrowej.

Możliwości działań w zakresie EE stale się zmieniają. Wpływ na to ma wiele czynników. Jest to rezultat zmian technologii i ich kosztów, zmian kosztów energii, czy też sposobów wykorzystania energii, ale też efekt zmian behawioralnych i wzrostu świadomości społecznej dotyczącej zagadnień środowiskowych. Nowe technologie i malejące koszty technologii przynoszą nowe możliwości w zakresie wydajności – znakomitym tego przykładem jest oświetlenie LED, które w ostatnich latach stało się znacznie tańsze w produkcji i instalacji od oświetlenia tradycyjnego. Podobnie zmieniać się może popyt na usługi energetyczne, zmierzając do poprawy wydajności i produktywności energii. Ponadto sposób, w jaki ocenia się potencjalne inwestycje, ich koszty oraz korzyści, wpływa na to, czy są one uważane za wartościowe nie tylko ekonomicznie dla organizacji (Fawcett, Hampton, 2020). W obecnym systemie energetycznym tylko część energii pierwotnej jest przekształcana w energię użyteczną, pozostawiając ogromny potencjał dla energooszczędnych usprawnień, ukryty w długiej sekwencji procesów konwersji. Innymi słowy, zwiększona efektywność energetyczna zwiększa produkcję energii użytecznej przy jednoczesnym zmniejszeniu zużycia energii pierwotnej (Fleiter, 2012).

## 1.2. Pojęcie efektywności energetycznej

Dyrektywa PE i Rady z 2009/72/WE określiła pojęcia dotyczące efektywności energetycznej oraz związanych z nią działań, w tym dotyczących zarządzania popytem. Jednocześnie umożliwiła państwom członkowskim nałożenie na przedsiębiorstwa sektora elektroenergetycznego obowiązków użyteczności publicznej wykonywanych w ogólnym interesie gospodarczym. Dyrektywa ta nakłada na państwa członkowskie obowiązek wdrażania środków umożliwiających osiągnięcie celów spójności społecznej i gospodarczej oraz ochrony środowiska (w tym dotyczące efektywności energetycznej zarządzania popytem na energię). Nałożyła również obowiązek promowania EE poprzez optymalizację formuł cenowych i instalację

urządzeń infrastruktury inteligentnego opomiarowania oraz obowiązek uwzględnienia przez operatorów dystrybucyjnych generacji rozproszonej w rozbudowie sieci.

Efektywność energetyczna została zdefiniowana w dyrektywie UE 2012/27/UE (art. 2) jako „stosunek uzyskanych wyników, usług, towarów lub energii do wkładu energii”. Ta sama dyrektywa zawiera też definicję pojęcia poprawy EE, przyjmując, iż jest to „zwiększenie efektywności energetycznej w wyniku zmian technologicznych, zachowań i/lub ekonomicznych”.

Przyjęta w 2009 r. przez Radę Ministrów Polityka energetyczna Polski do 2030 r. (Ministerstwo Gospodarki, 2009) do działań na rzecz poprawy efektywności energetycznej zaliczyła stosowanie technik zarządzania popytem poprzez zróżnicowane systemy taryf kształtowanych na podstawie cen referencyjnych rynku bieżącego i przesyłania odbiorcom sygnałów z wykorzystaniem komunikacji dwustronnej za pomocą liczników elektronicznych.

Przesył danych przez Internet, dostęp do nich oraz możliwość interpretacji, które w tradycyjnym systemie były dostępne tylko dla niektórych uczestników rynku energii, mogą stanowić teraz wartość dodaną dla wszystkich indywidualnych uczestników tego rynku. Funkcjonalność tego typu urządzeń została zdefiniowana w wielu dokumentach instytucji regulacyjnych. W Polsce wymagania w tym zakresie zostały zdefiniowane przez prezesa Urzędu Regulacji Energetyki.

Istotnym dokumentem warunkującym rozwój sieci elektroenergetycznych jest Krajowy Plan Działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych, definiujący między innymi systemy wsparcia promocji wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych w elektroenergetyce (Ministerstwo Gospodarki, 2010).

Zaktualizowany i rozszerzony dokument *Polityka energetyczna Polski do 2040 r. – strategia rozwoju sektora paliwowo-energetycznego* (PEP 2040) określił jako priorytet zachowanie ewolucyjnego charakteru transformacji polskiej energetyki oraz wskazał działania zapewniające jej przebieg w sposób bezpieczny dla ludzi i gospodarki. Jednym z ośmiu głównych priorytetów wymienionych w dokumencie jest poprawa efektywności energetycznej gospodarki.

Ustawa o efektywności energetycznej z 20 maja 2016 r. (art. 2, Dz.U. 2016, poz. 831, tekst jednolity) określa zasady opracowywania krajowego planu

działań dotyczącego EE, zasady realizacji obowiązku uzyskania oszczędności energii oraz zasady przeprowadzania audytu energetycznego przedsiębiorstwa. W myśl tej ustawy „Efektywność energetyczna to stosunek uzyskanej wielkości efektu użytkowego danego obiektu, urządzenia technicznego lub instalacji, w typowych warunkach ich użytkowania lub eksploatacji, do ilości zużycia energii przez ten obiekt, urządzenie techniczne lub instalację, albo w wyniku wykonanej usługi niezbędnej do uzyskania tego efektu”. A zatem podnosi ona znaczenie wartości energii zaoszczędzonej poprzez podjęcie określonych działań, mających na celu m.in. zwiększenie wydajności urządzeń, poprawę termoizolacji budynków oraz ograniczenie zbędnego zużycia ciepła, prądu, gazu czy innych mediów energetycznych. Z kolei definicja przyjęta w polskiej normie (N-EN 16247-1) określa EE jako „stosunek, lub inny związek ilościowy, w wyniku działań organizacji, jej wyrobów, usług lub energii do energii wykorzystanej na wejściu”.

Krajowy Plan Działań, dotyczący efektywności energetycznej, określa różnego rodzaju wsparcie finansowe przedsięwzięć, działanie systemu świadectw EE (tzw. białych certyfikatów) jako formy zachęty motywujące do podjęcia działań mających przyczynić się do redukcji zużycia energii.

W literaturze można znaleźć rozróżnienie pojęcia efektywności energetycznej od oszczędności energii. Podczas gdy pierwsze z nich opisuje stosunek wejściowego zużycia energii do uzyskanego efektu (produktu), drugie odnosi się do całkowitego poziomu zużycia energii. Poprawa efektywności energetycznej może doprowadzić do zwiększenia całkowitego zapotrzebowania na energię, co jest mniej prawdopodobne w przypadku oszczędności energii (Fleiter, 2012, za: van den Bergh, 2011).

Efektywność energetyczna oznacza zużywanie mniejszej ilości energii wprowadzanej w celu dostarczenia tej samej usługi lub produktu. Korzyści z EE spowodują skuteczne obniżenie ceny energii na jednostkę, a w rezultacie całkowite zużycie energii powinno zwiększyć częściowe zredukowanie wpływu przyrostu wydajności (tj. efekt odbicia).

MŚP prowadzą działania w zakresie efektywności energetycznej poprzez podejmowanie działań na rzecz oszczędzania energii i zmniejszenia całkowitego zużycia energii i jednocześnie mogą podejmować działania w celu zwiększenia wykorzystania energii pochodzącej z OZE (energii słonecznej, wiatrowej, geotermalnej, wodnej, oceanicznej i biomasy)



(Segarra-Blasco, Jové-Llopise, 2019). Strategie dotyczące EE, zwłaszcza wśród firm sektora MŚP, w większej mierze polegają na oszczędności kosztów i przestrzeganiu przepisów jej dotyczących, natomiast strategie w zakresie wykorzystywania odnawialnych źródeł energii są bardziej powiązane ze wsparciem publicznym i świadomością środowiskową. W niektórych krajach europejskich publiczne wsparcie promowania OZE dały bardzo wymierne efekty, ale kraje z wdrożonymi ambitnymi tego typu programami doświadczyły też znacznego wzrostu kosztów energii elektrycznej (Segarra-Blasco, Jové-Llopise, 2019).

Poprawa efektywności energetycznej wpisuje się w politykę zrównoważonego rozwoju. Obszar EE jest intensywnie eksplorowany przez naukowców. Związki pomiędzy zarządzaniem, efektywnością energetyczną i rozwojem zrównoważonym stanowiły już przedmiot badań badaczy polskich i zagranicznych (Rohdin, Thollander, 2006; Thollander, Ottosson, 2008; Leszczyńska, Lee, 2016). Debata na temat efektywności energetycznej toczy się wielotorowo, dotykając wątków i efektów finansowych, ekonomicznych, społecznych i technicznych (Christoffersen, Larsen, Togeby, 2006; Leszczyńska, Lee, 2016).

Nader istotny wydaje się nurt dyskusji, w którym przygotowanie i wprowadzenie systemu działań na rzecz efektywności energetycznej można uznać za szczególny rodzaj procesu innowacji, a jako podstawę do badania dyfuzji EE przyjęta zostaje teoria dyfuzji innowacji (Fleiter, 2012). Przyjmując taki punkt widzenia, można uznać, iż w zakresie EE organizacje mogą być zarówno zwolennikami innowacji procesowych, jak i innowacji produktowych.

W literaturze zostało opisane zjawisko zwane „luką efektywności energetycznej”, oznaczające rozbieżność pomiędzy potencjałem EE a rozwiązaniami rzeczywiście wdrożonymi, wynikającą z napotykanym w procesie wdrażania różnego rodzaju barier (Gillingham, Palmer, 2013; Leszczyńska, Lee, 2016; Finnerty, Sterling, Contreras, Coakley Keane, Marcus, 2018).

Mimo że projektowanie i wdrażanie różnorodnych polityk zachęcania do efektywności energetycznej i stosowania energii odnawialnej odbywa się na szczeblach rządowych (europejskim, krajowym, regionalnym i lokalnym), działania na rzecz zrównoważonej energii są nadal rzadko wdrażane przez europejskie MŚP (Segarra-Blasco, Jové-Llopise, 2019). Z tego powodu zasadnicze znaczenie ma poprawa skuteczności polityk

publicznych, co przyczyni się do lepszego zrozumienia barier, które należy pokonać, oraz czynników, które należy promować w celu poprawy EE wśród MŚP.

### 1.3. Potencjał działania i środki na rzecz efektywności energetycznej

Działania i środki na rzecz efektywności energetycznej obejmują szeroki wachlarz technologii i zmian zachowań użytkowników.

Badanie Flash Eurobarometer Survey 426 wskazało, że europejskie MŚP stosują osiem praktyk, które pozwalają efektywniej wykorzystywać zasoby. Z czego dwie praktyki są związane z oszczędzaniem energii i zwiększaniem źródeł energii odnawialnej (Segarra-Blasco, Jové-Llopise, 2019). MŚP rzadziej podejmują działania wykorzystujące energię pochodzącą z OZE. Niewiele firm MŚP decyduje się na wdrożenie takich rozwiązań, gdyż jest to wciąż działanie bardzo innowacyjne. Ten brak motywacji może być związany z wysokimi kosztami technologii odnawialnych, co negatywnie wpływa na atrakcyjność sektora dla firm (Segarra-Blasco, Jové-Llopise, 2019).

Wśród najczęściej wykorzystywanych praktyk EE wymienia się wymianę oświetlenia, termoizolację budynków, stosowanie energooszczędnych silników elektrycznych, odzyskiwanie ciepła z procesów produkcyjnych, z różnych źródeł lub obniżenie temperatury powietrza w pomieszczeniach. To, co odróżnia innowacje, w sensie stosowania środków na rzecz efektywności energetycznej, od ogólnych innowacji procesowych, to fakt, iż w większości przypadków nie są one związane z podstawową działalnością firmy i tylko w niewielkim stopniu wpływają na jej pozycję konkurencyjną na rynku. Zmiany w świadomości społecznej dotyczące ochrony środowiska i klimatu sprawiają, iż działania te mogą być postrzegane jako wartość dodatkowa i decydować o decyzjach konsumentów.

Wpływ na EE ma wiele podmiotów, oprócz odbiorców/użytkowników mogą to być inwestorzy, dostawcy i dystrybutorzy energii, ministerstwa, agencje państwowe, organy regulacyjne, instytucje finansowe, instytucje badania i rozwoju, producenci urządzeń, instytucje rynkowe, konsultanci, organizacje pozarządowe, przedsiębiorstwa świadczące usługi energetyczne. Aby działania na rzecz efektywności energetycznej były

powszechnie akceptowane i stosowane, wszystkie te strony powinny ze sobą współdziałać.

Dyfuzja działań na rzecz EE w firmach jest procesem złożonym i zależy od wielu czynników, które różnią się w zależności od przedsiębiorstwa, branży, w której działa, otoczenia, a przede wszystkim od regulacji prawnych. Wiele proponowanych i stosowanych polityk w zakresie efektywności energetycznej cieszy się szeroką akceptacją różnych zainteresowanych stron i często określa się je mianem polityk przynoszących obopólne korzyści, aby podkreślić podwójną korzyść w postaci efektów dla środowiska i zwiększenia EE organizacji.

Efektywność działań w zakresie ochrony środowiska związanych z energią, takich jak np. redukcja emisji dwutlenku węgla, jest skuteczna wtedy, gdy jest narzucona przez przepisy prawne lub gdy organizacje widzą korzyści ekonomiczne i finansowe z jej stosowania. W tym drugim przypadku działania związane z ograniczeniem emisji muszą być jasne i zrozumiałe dla decydentów. Równie istotny jest wpływ interesariuszy i opinii publicznej pozwalający powiązać pozytywne skutki działań z racjonalnym wykorzystaniem zasobów (Finnerty i in., 2018).

Segarra-Blasco i Jové-Llopise (2019) oceniają jako umiarkowaną skłonność krajów śródziemnomorskich i środkowo-wschodnich do inwestowania w praktyki efektywnego gospodarowania zasobami, a zwłaszcza w działania w zakresie EE i OZE. Zdaniem tych autorów odzwierciedla to słabość świadomości ekologicznej i systemu polityki ekologicznej na poziomie regionalnym i krajowym w ułatwianiu wdrażania zielonych praktyk wśród lokalnych firm, a zatem rekomendują oni intensyfikację aktywnej i skoordynowanej europejskiej polityki energetycznej, w celu zmniejszenia wewnętrznych różnic między krajami europejskimi.

Skutecznym sposobem na osiągnięcie pozytywnych rezultatów w zakresie EE jest wdrażanie systemu miar efektywności energetycznej, wdrażanie zarządzania energią oraz wdrażanie systemów zarządzania energią. W literaturze terminy te są czasami stosowane zamiennie. Finnerty i in. (2018) proponuje przyjęć następujący podział:

- *zarządzanie energią* (ang. *Energy Management*, EM) – polega na systematycznym monitorowaniu i kontroli działań związanych z wykorzystaniem energii;
- *system zarządzania energią* (ang. *Energy Management System*, EnMS) – polega na implementacji strategii, standardów lub procedur

w celu osiągnięcia efektywnego zarządzania energią (np. wdrożenie ISO 50001);

- *działania i środki na rzecz efektywności energetycznej* (ang. *Energy Efficiency Measure, EEM*) – to podjęcie określonych czynności mających na celu poprawę efektywnego wykorzystania energii zgodnie z przyjętym systemem zarządzania energią.

Kluczowym elementem tych koncepcji jest uznanie energii za składnik aktywów, tj. element, którym można zarządzać, a nie postrzeganie go jako usługi, za którą należy jedynie zapłacić.

Organizacje mają trudności z podejmowaniem decyzji w zakresie działań dotyczących efektywności energetycznej. Dzieje się tak nawet w przypadku przedsiębiorstw energochłonnych, gdzie redukcja emisji gazów cieplarnianych przekłada się na wynik finansowy oraz korzyści niematerialne wynikające ze zmniejszenia negatywnego wpływu na środowisko i pozytywnego postrzegania tego typu działań przez interesariuszy (Contreras, 2016; Finnerty i in., 2018). Wdrożenie skutecznego zarządzania energią w organizacjach czy zastosowanie norm międzynarodowych (np. ISO 50001) wymaga wprowadzenia polityki energetycznej i związanej z nią strategii energetycznej, która może być określona jako (Finnerty i in., 2018):

- udokumentowanie długoterminowej wizji organizacji oraz uzasadnienie i zobowiązanie do poprawy efektywności energetycznej poprzez odpowiednie zarządzanie energią (Polityka energetyczna),
- systematyczne podejście wraz z planem działania na rzecz osiągnięcia wyznaczonych w polityce energetycznej celów (Strategia energetyczna).

W literaturze można spotkać także propozycje metod i wskaźników dla mierzenia i oceny bieżących i perspektywicznych działań w zakresie efektywności energetycznej w ramach sektorów gospodarki i/lub pomiędzy krajami czy też regionami. Propozycje zostały też opracowane przez międzynarodowe agencje energetyczne oraz organizacje międzynarodowe, takie jak: IEA (2001, 2008) czy Światowa Rada Energii (2008) oraz wskazane jako rezultaty projektów finansowanych m.in. przez UE (np. projekt ODYSSEE -MUREE<sup>2</sup>).

---

<sup>2</sup> Rezultaty projektu dostępne na stronie <https://www.odyssee-mure.eu/> (dostęp: 12.08.2020).

Potencjał działań w zakresie EE to także rosnąca świadomość społeczna związana z potrzebą działań na rzecz ochrony środowiska. Większość ludzi ma świadomość znaczenia efektywności energetycznej i potrafi wymienić działania, jakie należałoby podjąć, aby uzyskać oszczędności energii, a część z nich je podejmuje oraz wyraża chęć uczestnictwa w programach zarządzania popytem na energię (Pamuła, 2013). Nabycie dobrych praktyk w domu powoduje, że ludzie często powielają w miejscach pracy działania stosowane w miejscu zamieszkania.

Podejście związane z orientacją na klienta wymusza większą elastyczność zarówno w usługach, jak i produkcji. Tak samo dzieje się, gdy przedmiotem sprzedaży jest energia lub usługi energetyczne. Do zarządzania zużyciem energii potrzebne są jednak systemy sterowania i pomiaru. W wielu przedsiębiorstwach nastąpiła automatyzacja procesów i są one sterowane przy użyciu technologii pomiarowych, dlatego jest możliwe uwzględnienie ceny prądu jako dodatkowego parametru w procesie sterowania.

Jednym z nowych obszarów pozwalających na stosowanie działań EE jest zarządzanie mocami rezerwowymi, które firmy posiadają i wykorzystują krótkotrwale do wyrównywania szczytowych obciążeń.

Potencjał efektywności w branży przemysłowej i wytwórczej jest ogromny. Zapotrzebowanie na energię w przedsiębiorstwach produkcyjnych jest złożone i silnie uzależnione od specyfiki produkcyjnej danego przedsiębiorstwa, co powoduje brak zunifikowanego schematu działań.

Największe zużycie energii finalnej wykazuje przemysł, zwłaszcza tzw. przemysł energochłonny (hutniczy, chemiczny i mineralny), na który przypada ok. 60% zużycia energii. Badania i zastosowanie systemów zarządzania energią mają znaczący potencjał w zakresie redukcji konsumpcji energii. Jest to możliwe między innymi dzięki poprawie efektywności energetycznej (Leszczyńska, Lee, 2016; Prashar, 2017a, 2017b) zwłaszcza w przypadku urządzeń produkcyjnych (Zhou i in., 2016). Podejmowane działania poprawiające EE muszą być jednak dostosowane do procesów, linii produkcyjnych i urządzeń (Głuszek, 2019).

Należy zauważyć, że niezależnie od wielkości przedsiębiorstwa i charakteru jego działalności można zidentyfikować wiele łatwych do wdrożenia, niekapitałochłonnych środków służących oszczędzaniu energii (Głuszek, 2019).

Większość dotychczasowych opracowań literaturowych dotyczących analizy efektywności energetycznej w sektorze przemysłowym do tej pory koncentrowały się na sektorach energochłonnych (np. aluminium lub stal). Przedsiębiorstwa z branż mniej energochłonnych też wykazują określony potencjał do oszczędności związanych z EE. Ponieważ jednak nie muszą one przestrzegać przepisów dotyczących ochrony środowiska, wymaganych w stosunku do wysoko energochłonnych firm sektorów produkcyjnych, to często prowadzi to do niewykorzystania szans oszczędzania energii i pogłębiania się luki w efektywności energetycznej.

W tradycyjnym, scentralizowanym modelu dostarczania energii nie było potrzeby ścisłej komunikacji odbiorców energii z operatorami sieci elektroenergetycznej. Brakuje odpowiednich platform i interfejsów, które umożliwiałyby wymianę istotnych danych pomiarowych między poszczególnymi uczestnikami procesów i pozwalały na określenie dokładnej ilości energii wyprodukowanej i zużytej oraz na pomoc w podjęciu decyzji, jaki program DSM/DR zastosować.

Szacuje się, że w przemyśle działania bezinwestycyjne i inwestycje w efektywność popytową o czasie zwrotu kapitału poniżej dwóch lat – czyli około pięciokrotnie mniejszym niż okres zwrotu kapitału w źródła wytwórcze – umożliwiają redukcję zapotrzebowania na energię elektryczną wynoszącą około 20% (Popczyk, w: Gajewski, Paprocki, Pieriegud, 2016). Jednym z głównych problemów wykorzystania potencjału nowego rynku energii nadal jest brak komunikacji odbiorców z operatorami sieci elektroenergetycznych.

W przypadku efektywności energetycznej dużą rolę odgrywają: kogeneracja rozproszona, skojarzona gospodarka energetyczna i wspomagające je technologie pozwalające na wykorzystanie potencjału rozwiązań związanych ze zmianą nadwyżki energii elektrycznej w ciepło, gaz, czy wykorzystanie jej do zasilania pojazdów. Łączenie różnych sektorów ma, poza odciążeniem sieci energetycznej, także tę zaletę, że wraz z ciepłownictwem i transportem angażuje w proces transformacji te obszary, które do tej pory miały marginalne znaczenie dla ochrony klimatu (Kurt, Tautor, 2020).

## 1.4. Bariery wdrażania działań na rzecz efektywności energetycznej

Proliferacja implementacji działań i środków na rzecz efektywności energetycznej wykazuje tendencję rosnącą, ale nadal jest niewystarczająca. Postrzegane przez organizacje bariery hamują inwestycje w technologie efektywne energetycznie i ekonomicznie. Stanowią one czynniki wpływające na tzw. lukę efektywności energetycznej (Leszczyńska, Lee, 2016). Wiele firm powstrzymuje się od praktykowania działań na rzecz EE nawet wtedy, gdy są one finansowo opłacalne. Sorrell, O'Malley, Schleich i Scott (2004) zdefiniowali bariery we wdrażaniu działań na rzecz EE jako mechanizm hamujący decyzje lub powstrzymujący zachowanie, które wydaje się zarówno efektywne energetycznie, jak i ekonomicznie opłacalne.

Przyczyny powstawania i postrzegania barier wdrażania działań na rzecz EE są przedmiotem badań od wielu lat. Literatura rozróżnia bariery i powiązane z nimi role interesariuszy EE na poziomie mikro, mezo i makro (Reddy, 2013). Zawsze jednak główną identyfikowaną barierą jest dostęp do kapitału zewnętrznego i wewnętrznego (Sorrell i in., 2004; Thollander, Paramonowa, Cornelis, Kimura, Trianni, Karlsson, Cagno, Morales, Jimenez, 2007; Schleich, 2011).

Literatura na temat barier w uzyskaniu efektywności energetycznej wprowadza taksonomię barier łączącą ustalenia z ekonomii ortodoksyjnej, ekonomii kosztów transakcyjnych i ekonomii behawioralnej.

W sposób ogólny bariery efektywności energetycznej zostały podzielone na (Thollander, Ottosson, 2008; Leszczyńska, Lee, 2016):

- rynkowe – rozważające znaczenie maksymalizacji użyteczności i minimalizacji kosztów w odniesieniu do efektywności energetycznej (mogą dotyczyć aspektów kosztów i konkurencyjności międzynarodowej, dostępności kapitału); często związane z niesprawnością funkcjonowania rynku w kontekście braku informacji lub asymetrii informacji;
- organizacyjne – posiadające charakter wewnętrzny, wynikający z rozwiązań kształtujących organizację. Bariery tego rodzaju obejmują brak kapitału, brak czasu i ryzyko zaburzeń produkcji, niesprzyjającą kulturę organizacyjną marginalizującą zagadnienia EE (niski status postrzegania zarządzania energią). Występowanie tych barier powoduje odsunięcie inwestycji w czasie lub heterogeniczność

oznaczającą, że efektywne kosztowo technologie mogą okazać się mało optymalne we wszystkich przypadkach;

- behawioralne – dotyczące zachowań pracowników i ich ograniczonej racjonalności w podejmowaniu decyzji, np. niedostosowaną do potrzeb odbiorcy formę informacji, brak zaufania do źródeł informacji, inercję (w tym ignorowanie rezultatów efektywności), odmienne systemy wartości.

Podobny podział został zaproponowany już 1997 r. przez L. Webera, który rozróżnił bariery instytucjonalne (związane z instytucjami rządowymi na szczeblu państwowym, władzami lokalnymi itp.), bariery rynkowe (uwarunkowane przez rynek), bariery organizacyjne (wewnątrz organizacji) i bariery behawioralne (dotyczące osób fizycznych).

W taksonomii barier zaproponowanej m.in. przez (Sorrell i in., 2004; Fleiter, 2012) można wyróżnić pewne grupy koncentrujące się wokół następujących obszarów ekonomicznych:

- koszty ukryte – mogą dotyczyć np. kosztów ogólnych zarządu, kosztów transakcji związanych z gromadzeniem, wyszukiwaniem, analizowaniem i wykorzystaniem informacji, kosztów związanych z zakłóceniami w produkcji lub w związku z wymianą personelu i szkoleniami z zakresu EE;
- luka informacyjna – związana z brakiem możliwości identyfikacji zużycia energii przez produkty i usługi i kosztami transakcji (np. koszty wyszukiwania);
- ryzyko – obejmuje ryzyko techniczne związane z technologiami energooszczędnymi, oraz ryzyko finansowe związane z nieodwracalnymi inwestycjami i niepewnością co do zysków z inwestycji w EE (np. powiązane z niepewnością cen energii);
- dostęp do kapitału – brak funduszy zewnętrznych i wewnętrznych na efektywność energetyczną. W przypadku funduszy zewnętrznych mogą to być koszty oceny ryzyka związanego z inwestorem lub technologią. Natomiast wewnętrzne środki finansowe mogą być hamowane przez procedury budżetowania kapitału wewnętrznego, ocenę inwestycji, przepisy lub brak systemu motywacyjnego dla personelu zarządzającego energią;
- brak efektu korzyści – inwestując w działania na rzecz EE, nie można w pełni uzyskać planowanych korzyści (np. problem właściciela-najemcy lub użytkownika-inwestora);



- ograniczona racjonalność – ograniczenia czasowe, niewystarczająca zdolność do przetwarzania informacji, uniemożliwiają jednostkom podejmowanie „racjonalnych” decyzji w przypadku złożonych problemów decyzyjnych. Zamiast optymalizować długofalowo zasady związane z wykorzystaniem energii, decydenci kierują się bieżącymi efektami i dotychczasowymi praktykami w podejmowaniu decyzji o inwestycjach w EE.

Taksonomia barier w finansowaniu przedsięwzięć w EE ze środków prywatnych dotyczy obszarów związanych z rentownością, wykonalnością, informacją i ryzykiem. Mogą one dotyczyć różnych interesariuszy. A.K.N. Reddy (1991) dzieli je na bariery powiązane z:

- konsumentami,
- producentami urządzeń,
- firmami energetycznymi – dostawcami energii,
- instytucjami finansowymi,
- instytucjami administracji rządowej.

Ten sam autor w opracowaniu przygotowanym dla Programu Środowiskowego Narodów Zjednoczonych dokonał podziału barier na (Reddy, 2002, 2013):

- finansowo-gospodarcze,
- techniczne,
- dotyczące świadomości pojęć, problemu i informacji,
- instytucjonalno-organizacyjne,
- regulacyjne,
- personalne i związane z zachowaniem osób.

Dalsze analizy barier doprowadziły do powstania propozycji taksonomii (nazwane M3T), w której bariery zostały sklasyfikowane na trzech poziomach: mikro, mezo i makro (Reddy, 2013). Charakterystykę barier zgodnie z tą klasyfikacją przedstawiono w tabeli 1.1.

**Tabela 1.1.** Taksonomia barier związanych z implementacją działań na rzecz EE

| Poziom       | Charakterystyka  | Przykład/Problem  |
|--------------|--|---|
| 1            | 2  | 3   |
| Mikrobariery | <ul style="list-style-type: none"> <li>występują na najniższym poziomie, np. na etapie projektowania programu lub projektu EE,</li> <li>przeszkody są zwykle unikalne dla danego projektu</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>osiągnięcie efektu skali i obniżania kosztów transakcji,</li> <li>niepoprawnie zaprojektowany projekt/program może w niewystarczającym stopniu wykorzystać/ocenić efekt działania bariery czy też synergii barier,</li> <li>w projektach dla gospodarstwa domowego lub małej firmy, na etapie projektowania, należy brać pod uwagę określone skupiska tych jednostek, gdyż efekt będzie większy niż w przypadku rozproszonych i jednorazowych matych projektów</li> </ul>  |
| Mezobarriery | <ul style="list-style-type: none"> <li>odnoszą się do organizacji związanych z projektem EE,</li> <li>mogą być wspólne dla wielu różnych projektów,</li> <li>można nimi zarządzać za pomocą efektywnej struktury organizacyjnej, rozwoju zasobów ludzkich, czy także zarządzania czasem</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>agencja lub firma wdrażająca może mieć zbyt małą liczbę pracowników, zburokratyzowane procedury lub nie mieć odpowiednich zachęt do promowania efektywności energetycznej,</li> <li>grupy docelowe projektu mogą być małe, niedoświadczone i niedokapitalizowane,</li> <li>konsumenci mogą nie mieć doświadczenia w danej technologii,</li> <li>organ wykonawczy może nie mieć informacji o obszarze geograficznym, na którym projekt ma być realizowany,</li> <li>organy rządowe mogą wprowadzić zasady i procedury, które mogą zwiększyć koszty projektu i/lub zmniejszyć wykonalność jego realizacji</li> </ul>   |
| Makrobariery | <ul style="list-style-type: none"> <li>występują na najwyższym poziomie: państwowym, rynkowym i społecznym,</li> <li>nie są specyficzne dla projektu lub organizacji, zwykle nie mogą być zastąpione przez zmianę projektu lub jego organizacji,</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>łatwiej jest sponсорom i inwestorom zmienić charakterystykę projektu, niż wpłynąć na politykę rządową, np. taryfy opłat za energię elektryczną i dotacje. Dlatego też wiele projektów nie próbuje nawet zmienić makrobarier i zamiast tego koncentruje się na przezwyciężaniu lub neutralizowaniu ich negatywnych skutków poprzez zwiększone dotacje finansowe lub, rzadziej, poprzez innowacyjny projekt i strukturę organizacyjną,</li> <li>korzyści płynące z przezwyciężenia makrobarier są zazwyczaj znacznie większe niż koncentrowanie się jedynie na mikro i mezopoziomie barier, a trwałość wyników w czasie jest również znacznie większa</li> </ul> |

Tabela 1.1 (cd.)

| 1            | 2   | 3 |
|--------------|---|---|
| Makrobariery | <ul style="list-style-type: none"> <li>• są zewnętrzne i trudno na nie wpływać sponsorom projektów i inwestorom (chyba że mają siłę oddziaływania na politykę, rynek lub kulturę),</li> <li>• mogą zawierać elementy polityki, mające wpływ na zmienne w skali makro (taryfy opłat za energię elektryczną, przepisy dotyczące tego, dofinansowania, dotacje)</li> </ul> |   |

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie Reddy, 2013.

Rozważając bariery w sektorze handlu i usług, Schleich i Gruber (2008) umiejscawiają dostęp przedsiębiorstw do kapitału zewnętrznego w grupie barier na poziomie makro i argumentując, że szczególnie w przypadku małych i średnich firm czasami trudno jest pozyskać zewnętrzne środki finansowe przy rozsądnych stopach procentowych. W firmach, w których zasoby są ograniczone, są one najpierw przeznaczane na strategicznie ważne projekty inwestycyjne (Cooremans, 2013).

Należy zwrócić uwagę na to, iż bariery postrzegane przez organizację mogą należeć do więcej niż jednej grupy, współistnieć i wzajemnie od siebie zależeć.

Dla firm sektora MŚP, niezależnie od branży, w przypadku podejmowania decyzji dotyczących działań z zakresu EE szczególnie istotne znaczenie mają następujące czynniki (Fawcett, Hampton, 2020):

- indywidualne przekonania i wartości właściciela/zarządu – w MŚP funkcje zarządcze koncentrują się na jednej osobie lub niewielu osobach;
- brak czasu oraz umiejętności technicznych i technologicznych, by rozważyć możliwości w zakresie efektywności energetycznej, dotarcia do istotnych informacji oraz ich przeanalizowania.

Podjęcie działań związanych z EE przez firmy produkcyjne napotyka na bariery, które mają inny wpływ na małe, średnie i duże przedsiębiorstwa. Wpływ na decyzje związane z efektywnością energetyczną ma poza wielkością organizacji wiele czynników, w tym sektor czy branża (Fawcett, Hampton, 2020). Trianni, Cagno i Farné (2016) wskazali, iż wpływ tych barier jest większy w przypadku niskoenergochłonnych organizacji, niż w przypadku przedsiębiorstw wysokoenergochłonnych. Przyczyną tego jest niski udział wydatków na energię, co przekłada się na postrzeganie działań związanych z efektywnością energetyczną jako mało istotne (Finnerty i in., 2018, za: Chan, Kantamaneni, 2015). W związku z tym priorytet przedsiębiorstw w zakresie inwestycji w EE jest na ogół bardzo niski, a przedsiębiorstwa często nawet nie poszukują nowych możliwości w tym obszarze. W przypadku gdy główna działalność organizacji nie jest związana ze znacznym wykorzystaniem energii, zarządzanie energią nie jest postrzegane jako działanie strategiczne, co prowadzi do braku zaangażowania kierownictwa wyższego szczebla w ten obszar. Przy podejmowaniu decyzji inicjatywy z obszaru EE zwykle „przegrywają w rywalizacji” o finansowanie lub limitowane zasoby z innymi „ważniejszymi” inwestycjami (Finnerty i in., 2018; Cooremans, 2013).

Innym istotnym zagadnieniem jest brak odpowiedniego systemu komunikacji. Na nieefektywną komunikację i niepoprawny przekaz informacji, jako istotne przeszkody w poprawie efektywności energetycznej w małych i średnich przedsiębiorstwach, wskazują Palm i Backman (2020).

Barierę mogą zostać przezwyciężone wtedy, gdy inwestor będzie akceptował fakt ich niskiego poziomu, co może być skomplikowane, zwłaszcza dla firm sektora MŚP, które mogą mieć trudności w szacowaniu określonych ryzyk. W przypadku inwestowania środków własnych inwestor będzie często musiał uwzględnić najgorszy scenariusz, który jest znacznie bardziej odstraszaający niż prawdopodobne ryzyko. Analizując powyższe przyczyny, Reddy (2013) wyróżnia bariery dla finansowania prywatnego jako związane z rentownością, wykonalnością, informacją i ryzykiem.

Dla inwestorów prywatnych celem jest maksymalizacja inwestycji w technologie energooszczędne, przy minimalnych kosztach dla konsumenta, i dlatego istotne jest zdefiniowanie barier i motywatorów wpływających na decyzje inwestycyjne (Reddy, 2013).

Ostatnio publikowane wyniki badań pokazują, że bariery wewnętrzne, związane z cechami charakterystycznymi MŚP, stają się jeszcze bardziej istotne w okresie transformacji cyfrowej. Dotyczy to zwłaszcza takich barier jak: ograniczone zasoby finansowe, brak kompetencji, mentalność naśladowców i opór wobec zmian. Pojawiają się też bariery nowe, związane z nowatorskim charakterem modeli zrównoważonych systemów produktów-usług, które wymagają nowego podejścia (np. zmiana sposobu myślenia i przejście ze sprzedaży własności produktu na model abonamentowy użytkowania, określanie użyteczności i wartości obejmujące długoterminowe relacje i zaangażowanie klienta, czy też zrozumienie nowych koncepcji systemów powiązania produktów i usług) (Pacheco, Chwengber, Caten, Jung, Sassanelli, Terzi, 2019).

## 1.5. Potencjał MŚP w zakresie efektywności energetycznej

W odniesieniu do potencjału, jaki niesie za sobą wdrażanie działań na rzecz EE, w literaturze można spotkać podział na (Reddy, 2013):

- potencjał ekonomiczny – możliwy do osiągnięcia poprzez usunięcie barier rynkowych,

- potencjał technologiczny – możliwy do osiągnięcia poprzez usunięcie barier nierynkowych,
- potencjał hipotetyczny – możliwy do osiągnięcia w drodze dodatkowego usunięcia barier w funkcjonowaniu rynku paliw i energii elektrycznej.

Potencjał ekonomiczny to oszczędność energii, która zostałaby uzyskana, gdyby w ciągu każdego okresu (np. roku) wszystkie wymiany infrastrukturalne, modernizacje i nowe inwestycje zostały zamienione na takie, które wykorzystują najbardziej energooszczędne technologie, i jednocześnie te inwestycje byłyby nadal opłacalne przy określonych cenach na rynku energii. Potencjał ten zakłada dobrze funkcjonujący rynek, z pełną informacją i komunikacją pomiędzy interesariuszami w zakresie podaży i popytu na energię, obniżenie barier dzięki odpowiednim politykom interwencyjnym. Równie istotne jest, aby wszyscy użytkownicy mieli łatwy dostęp do wiarygodnych informacji na temat efektywności kosztowej i technicznej wydajności, istniejących i pojawiających się możliwości w zakresie działań na rzecz EE (Reddy, 2013).

Potencjałem rynkowym jest zatem poprawa efektywności, której można oczekiwać w przewidywanym okresie (np. roku) i przy określonych warunkach dotyczących m.in. cen energii, preferencji konsumentów i polityki energetycznej.

Potencjał technologiczny oznacza osiągalne oszczędności energii w ramach teoretycznych rozważań dotyczących termodynamiki, gdzie ostateczne zużycie energii jest utrzymywane na stałym poziomie, a straty energii mogą być minimalizowane poprzez zmiany w procesach oraz ponowne wykorzystanie materiału i unikanie strat ciepła (Reddy, 2013).

Hipotetyczny potencjał można przedstawiać jako osiągalne oszczędności energii, możliwe do osiągnięcia z tytułu wdrożenia najbardziej energooszczędnej technologii dostępnej w danym momencie, niezależnie od aspektów kosztowych i cyklu inwestycyjnego (Reddy, 2013). Optimum społeczne na rynku technologii efektywności energetycznej reprezentuje stopień absorpcji rozwiązań dotyczących EE, który można by zaobserwować, gdyby wyeliminowano wszystkie bariery uznane za nieracjonalne z punktu widzenia kosztów, tzn. gdyby osoby i instytucje podjęły wszelkie działania służące poprawie ich sytuacji ekonomicznej w obecnych warunkach cenowych. Rzeczywiste optimum społeczne obejmowałoby dodatkową efektywność, którą prawdopodobnie można by zaobserwować, biorąc pod uwagę zewnętrzne efekty środowiskowe (Reddy, 2013).

W badaniach dotyczących produkcyjnych MŚP w UE potencjał efektywności energetycznej oszacowano na ponad 20–25% (Kalantzisi Revoltella za Eurochambres, 2010; Thollander, Palm, 2013). Firmy sektora MŚP prowadzą działalność produkcyjną usługową lub handlową. W przypadku firm produkcyjnych zwykle znany jest ogólny koszt zużycia energii, ale nie ma dokładnych analiz o zużyciu energii przez poszczególne procesy czy urządzenia, zatem nie można określić efektywności użytkowania energii, a tym samym potencjału do jej oszczędzania (Głuszek, 2019). Dodatkowo MŚP, często posiadając ograniczone środki inwestycyjne, aby móc produkować więcej towaru, często inwestują w używane, nieenergooszczędne maszyny lub linie produkcyjne, nabywając je od krajowych lub zagranicznych firm. Efekt pozyskania środka produkcyjnego i początkowy nakład inwestycyjny ma dla przedsiębiorcy większe znaczenie niż koszty eksploatacyjne, w tym zużycie energii. Jest to szczególnie istotne, gdy przedsiębiorca ma podpisane umowy długoterminowe w łańcuchu dostaw lub oferuje produkty, które nie mają zbyt dużej konkurencji.

W przypadku firm prowadzących działalność handlową i wynajmujących pomieszczenia, np. w centrach handlowych, brak szczegółowych danych o użyciu energii (koszty energii są bowiem ukryte w cenie czynszu) również nie skłania do stosowania proefektywnościowych rozwiązań (Schleich, Gruber, 2008).

Zgodnie z wynikami badań Martineza (2011) w sektorze MŚP ceny nie muszą być kluczową zmienną poprawiającą EE. Zwykle wynika to z niskiego udziału kosztów energii, co sprawia, że menadżerowie tych organizacji skupiają się na obniżaniu kosztów innych wydatków lub starają się podnieść wydajność pracy lub inwestycji.

Badając efekty brytyjskiego programu Green Deal dotyczącego wprowadzania działań na rzecz EEO, Keefe, Gilmour i Simpson (2016) stwierdzili, że MŚP doświadczają wielu barier w interakcji z tego typu inicjatywami. Do głównych barier zaliczono brak dostępu do informacji czy szkoleń i zamieszanie związane z realizacją programu. Z drugiej strony badane firmy wskazały na znaczne korzyści związane z samym przystąpieniem do tego typu grupy/sieci organizacyjnej. Zaletą programu był dostęp do informacji, pogłębienie wiedzy, poprawa współpracy i możliwość tworzenia nowych modeli biznesowych, jak również zmniejszenia ryzyka biznesowego poprzez partnerstwo w podejmowanych działaniach.

Efektywność energetyczna w branżach niskoenergochłonnych jest obszarem mniej zbadanym niż w przypadku przemysłów wysoce energochłonnych, co jest wynikiem ich niskiego udziału w całkowitym zapotrzebowaniu na energię (lub emisji dwutlenku węgla), wysokiego stopnia heterogeniczności ich produktów, procesów i technologii, a czasem też braku wiarygodnych danych z tego sektora (Martinez, 2011).

Dlatego też do opracowania i wdrożenia strategii, które skutecznie będą promować EE, niezbędne jest zrozumienie czynników określających efektywność energetyczną w tym sektorze.

Należy zauważyć, że pomimo wymienionych barier organizacje inwestują w poprawę efektywności energetycznej, a zachętą do podjęcia działań mających przyczynić się do redukcji zużycia energii są różnego rodzaju wsparcia finansowe przedsięwzięć, a także działanie systemu świadectw efektywności energetycznej, czyli tzw. białych certyfikatów.

## 1.6. Stymulatory implementacji działań na rzecz efektywności energetycznej

Działania na rzecz efektywności energetycznej mogą być wspierane zarówno przez organy administracji państwowej, jak i samorządowej oraz inne jednostki, takie jak stowarzyszenia czy fundacje. Interwencje rządowe stanowią ważny element toczącej się debaty na temat EE. Pozwala to na kształtowanie polityki w tym obszarze. W literaturze wskazywanych jest wiele form regulacji, które mogą wspomagać takie działania. Najczęściej wymieniane są: różnego typu subsydia i podatki, celowe pożyczki, regulacje prawne, gwarancje na określone rodzaje ryzyka lub oferowanie ubezpieczenia oraz stosowanie obiektywnego, bezstronnego systemu informacji o produkcie (np. etykietowanie energetyczne). Uzasadnienie i stopień interwencji rządowych jest przedmiotem debaty i regulacji na forum Unii Europejskiej oraz międzynarodowym.

Efektywność energetyczna jest jednym z pięciu elementów strategii unii energetycznej, przygotowanej w celu osiągnięcia bezpiecznego, przystępnego cenowo i przyjaznego dla klimatu, europejskiego systemu energetycznego. Polityka efektywności w UE została wdrożona za pomocą dyrektyw, między innymi: EcoDesign (ekoprojektu) (2009/125/WE),



EPBD (charakterystyka energetyczna budynków) (2010/31/UE) i EED (dyrektywy w sprawie efektywności energetycznej (2012/27/UE).

Fawcett, Rosenow i Bertoldi (2019) wskazują na wiele programów Unii Europejskiej, przygotowanych z myślą o zachęcaniu państw członkowskich do oszczędzania energii poprzez wprowadzenie systemów zobowiązujących do EE (*Energy Efficiency Obligation Schemes* – EEOS), których liczba stale rośnie. Przed wprowadzeniem dyrektywy w sprawie efektywności energetycznej z 2012 r. funkcjonowało sześć unijnych programów EEOS, a po wprowadzeniu piętnaście. Nowe europejskie ramy *Energy Efficiency First* (Najpierw efektywność energetyczna) wspierają system EEOS, a zmiana dyrektywy w sprawie efektywności energetycznej do 2030 r. podniosła rangę tego tematu.

Rozpatrując przyczyny powstania regulacji, można powiedzieć, że systemy zobowiązujące do efektywności energetycznej (EEOS) są jednym z efektów wprowadzenia planowania kosztów i zintegrowanego planowania zasobów. Systemy EEOS mają swój początek w USA w latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych ubiegłego wieku. Głównym założeniem systemów EEOS jest, by strony zobowiązane, na ogół przedsiębiorstwa energetyczne, osiągały cele w zakresie oszczędności energii poprzez dostarczanie lub zamawianie oszczędności energii u końcowego odbiorcy energii. Definicja ta jest bardzo ogólna, co powoduje znaczne zróżnicowanie systemów EEOS, albowiem nakłada się różne obowiązki na udziałowców (sprzedawców detalicznych energii, dystrybutorów energii lub na obie grupy), w różnych skalach geograficznych, na różnych rodzajach energii, o różnych poziomach osiągania i wskaźników. Ponadto programy te mogą dotyczyć wszystkich – lub tylko wybranych – sektorów gospodarki, a nawet określonych grup klientów (Fawcett, Rosenow i Bertoldi, 2019). Właściwie zaprojektowany system EEOS może z powodzeniem zapewnić trwałe oszczędności energii przez wiele lat.

W literaturze przedmiotu zidentyfikowano dwa główne czynniki sprzyjające pokonywaniu barier dotyczących wprowadzania działań na rzecz EE. Pierwszy z nich to zmniejszenie kosztów energii (Trianni i in., 2016), drugim czynnikiem wspierającym i motywującym organizacje do działań na rzecz efektywności energetycznej jest zaprojektowanie i wdrożenie długoterminowej strategii dotyczącej efektywności energetycznej (Trianni i in., 2016). Przeprowadzone badania wskazują też, że sam czynnik ekonomiczny może nie wystarczyć do podjęcia pozytywnych decyzji dotyczących EE, zwłaszcza dla organizacji o niskim stopniu

energochłonności, gdzie koszty energii stanowią niewielką część kosztów produkcji (Trianni i in., 2016).

Dobrze przygotowana i zaimplementowana długoterminowa strategia pozwala organizacjom wdrażać, oceniać i stale ulepszać praktyki zarządzania energią, zarówno na poziomie lokalnym, jak i globalnym, poprzez systematyczne działania, powtarzalne i skalowalne ramy oparte na określonym modelu dojrzałości (Finnerty i in., 2017).

Skuteczność zarządzania wykorzystaniem energii i opłacalność wdrożenia takiego programu zależy od jego ciągłości działania. Zarządzanie wykorzystaniem energii powinno stać się elementem zarządzanym, tak jak inne aktywa organizacji, a nie być traktowane jako zwykły koszt. Realizacja kilku jednorazowych projektów w zakresie efektywności energetycznej prawdopodobnie nie przyniesie stałych oszczędności dla organizacji.

Innymi ważnymi elementami, wspierającymi ciągłość programu zarządzania energią, są zaangażowanie kadry zarządzającej oraz zwiększanie świadomości o pozaenergetycznych korzyściach implementacji systemu związanych ze społeczną odpowiedzialnością biznesu (CSR), zrównoważonym rozwojem i ciągłością działania (Finnerty i in., 2017).

Na podejmowanie decyzji w zakresie EE wpływają dwa rodzaje działań: te, które stymulują prywatne inwestycje, oraz te, które zmniejszają, usuwają lub pokonują bariery dla prywatnych inwestycji. Z punktu widzenia prywatnego kapitału istotne jest znalezienie najtańszego sposobu na pobudzenie głównych czynników stymulujących i usunięcie kluczowych barier (Reddy, 2013).

Zewnętrzne wsparcie działań na rzecz efektywności energetycznej może być kategoryzowane jako wsparcie bezpośrednie, gdy zapewnia zaplecze finansowe na rzecz nabycia i wdrożenia określonych technologii i praktyk, lub pośrednie, gdy zapewnia dostęp do doradztwa i konsultacji w zakresie efektywnego gospodarowania zasobami.

Bezpośrednie wsparcie finansowe jest metodą ograniczania głównie barier finansowych i zwykle wymaga zgodności ze standardowymi procedurami i zasadami organizacji finansujących (decydentów, banków). Pośrednie wsparcie ukierunkowane jest głównie na zniwelowanie barier związanych z brakiem wiedzy, kompetencji, doświadczenia, najczęściej obejmuje doradztwo i konsultacje. Prowadzenie procesu doradczego często jest dostosowywane do charakterystyki organizacji i technologicznych możliwości firmy. Usługi tego typu świadczy wiele jednostek, takich jak: uczelnie, firmy konsultingowe lub publiczne instytucje badawcze.

W przypadku bezpośredniego wsparcia finansowego przedsiębiorstwa mogą finansować swoje inwestycje w działania na rzecz efektywnego rozwoju zasobami z funduszy wewnętrznych uzupełnianych przez prywatne lub publiczne finansowanie zewnętrzne. Dostęp do finansowania zewnętrznego może pozwolić firmie na zaplanowanie zakupu drogiego sprzętu oraz na zmniejszenie wysokości środków na inwestycje wewnętrzne i kosztów kapitałowych związanych z zakupem nowego sprzętu.

Firmy sektora MŚP zazwyczaj borykają się z niekorzystną sytuacją kosztową i niskim poziomem finansowania wewnętrznego. Uważają one również inwestycje w efektywność energetyczną i efektywne gospodarowanie zasobami za mało priorytetowe (Fleiter, 2012; O' Keeffe i in., 2016). Wykorzystanie finansowania zewnętrznego może zwiększyć koncentrację przedsiębiorstwa na uzyskiwaniu zwrotu z inwestycji, a tym samym zwiększyć wysiłki w poszukiwaniu dalszych form inwestycji w działania na rzecz EE. Możliwości dostępu do finansowania zewnętrznego są szczególnie ważne dla MŚP, aby mogły one zwiększyć zdolność do opracowywania strategii wdrażania ekologicznych technologii i praktyk, które z kolei mogą przynieść oszczędności i zmniejszyć koszty produkcji. Wsparcie w postaci doradztwa może zapewnić firmom zasoby i umiejętności pozwalające na reorganizację procesów i wprowadzanie innowacji zgodnych z zasadami zrównoważonego rozwoju. O' Keeffe i in. (2016) sugerują również, że przedsiębiorstwa, które są w stanie uzyskać jakąkolwiek formę wsparcia zewnętrznego na rzecz przyjęcia praktyk w zakresie efektywnego gospodarowania zasobami, mogą być mniej wrażliwe na poważne przeszkody w ich implementacji niż przedsiębiorstwa, które nie korzystały ze wsparcia zewnętrznego, a co za tym idzie, mogą być bardziej skłonne do skorzystania z potrzebnej im pomocy. Oznacza to, zdaniem autorów, że korzystanie z zewnętrznego doradztwa i finansowania łącznie może mieć znaczenie jedynie dla przedsiębiorstw, którym faktycznie brakuje zarówno wiedzy, jak i zasobów do wdrożenia kompleksowego podejścia.

Potencjał wynikający z oszczędności finansowych jest postrzegany podwójnie, jeśli firma może je uwzględnić w rachunku kosztów (Fleiter, 2012; Jakob, 2006; Worrell, Laitner, Finman, 2003). Wiele z takich dodatkowych korzyści wiąże się z ograniczeniem strat materiałowych, ze zwiększeniem wydajności lub zmniejszeniem zapotrzebowania na konserwację i utrzymanie i urządzeń. W przypadku niektórych technologii dodatkowe korzyści mogą nawet przewyższać oszczędności kosztów związanych z poprawą EE (Fleiter, 2012; Pye, McKane, 2000).

Podczas gdy efekty z wprowadzania zmian regulacyjnych, przewagi konkurencyjnej czy efekty zwrotu z inwestycji finansowej można ilościowo wykazać w wynikach firmy, to inne skutki są mniej wymierne (np. ograniczenie emisji, zrównoważony rozwój czy ciągłość działania) i wymagają przełożenia na wskaźniki ilościowe w celu zapewnienia obiektywnego podejmowania decyzji.

Wiele proponowanych i wdrażanych regulacji w zakresie EE znajduje uznanie różnych interesariuszy i często określa się je mianem polityki przynoszącej obopólne korzyści, aby podkreślić podwójną korzyść w postaci zmniejszenia emisji gazów i zwiększenia efektywności ekonomicznej. W Europie wiele państw członkowskich opracowało i zaimplementowało strategie polityczne, które w szczególności obejmują likwidację barier dotyczących wdrożenia działań na rzecz EE, mających na celu przyspieszenie upowszechniania praktykowania działań i wprowadzenia zarządzania energią. Liderami w tym zakresie są Wielka Brytania i kraje skandynawskie.

W ramach dyskusji naukowej w literaturze wyodrębnia się dwa główne typy regulacji w zakresie efektywności energetycznej: związane z ryzykiem rynkowym oraz niezależne od niego. Przywołując badania opublikowane przez Jaffe i Stavinsa (1994a i b), Fleiter (2012) wskazuje, że wprowadzenie regulacji polityki publicznej w zakresie interwencji, w celu zmniejszenia bariery i poprawy efektywności ekonomicznej, powinno mieć miejsce tylko wtedy, gdy istnieje możliwość wystąpienia ryzyka, gdyż w przypadku wystąpienia niepowodzeń innych niż rynkowe mogą pojawić się efekty poprawiające efektywność energetyczną, ale może również wystąpić zjawisko zmniejszenia ogólnej efektywności ekonomicznej. Niemniej jednak dominuje opinia, iż interwencja w zakresie polityki publicznej jest uzasadniona, gdy korzyści przekraczają koszty (w tym koszty społeczne) (Fleiter, 2012; Levine, Koomey, McMahon, Sanstad, Hirt, 1995).

Wpływ stosowania praktyk w zakresie efektywnego gospodarowania zasobami na koszty produkcji jest większy wśród przedsiębiorstw, które otrzymują zewnętrzne wsparcie finansowe związane z ich adaptacją, oraz wśród przedsiębiorstw, które stosują szerszy zakres inżynierii procesów (Bodas-Freitas, Corrocher, 2019). Ponadto wsparcie zewnętrzne w postaci doradztwa technicznego i biznesowego odgrywa ważną rolę w zakresie implementowania działań na rzecz efektywnego gospodarowania zasobami (Bodas-Freitas, Corrocher, 2019).

Spektrum stosowanych regulacji polityk w zakresie efektywności energetycznej, ustanowionych w celu pokonania barier, jest szeroki i wciąż pojawiają się nowe rozwiązania. Najczęściej wykorzystywane rozwiązania obejmują:

- dobrowolne porozumienia, w których firmy lub sektory zobowiązują się do oszczędzania energii lub redukcji gazów cieplarnianych,
- audyty energetyczne,
- systemy etykiet energetycznych i norm.

Wykorzystywane są również miękkie instrumenty polityki, mające na celu kształtowanie postaw proekologicznych wśród konsumentów i podmiotów gospodarczych, poprzez zapewnienie informacji, edukacji, kampanii promocyjnych. W celu osiągnięcia jak najlepszego efektu grupa tych instrumentów wymaga skoordynowanych działań oraz aktywnej postawy ze strony władz publicznych poprzez budowanie zaufania do wprowadzanych projektów i zmian proceduralnych. Organy publiczne powinny umożliwiać obywatelom i innym zainteresowanym stronom uzyskanie dostępu do informacji o planach oraz zaangażowanie się w proces decyzyjny, a nie tylko informowanie o już podjętych decyzjach.

Przykładem miękkich instrumentów polityki na rzecz EE jest dostarczanie informacji o zużyciu energii, zalecenia polityczne dotyczące przejścia na bardziej efektywne rozwiązania i kampanie promocyjne.

Słupik (2018) wskazuje, że najczęściej stosowanymi przez państwa członkowskie UE instrumentami są:

- organizowanie kampanii podnoszących poziom świadomości społecznej,
- tworzenie biur, ośrodków czy agencji prowadzących szkolenia i kursy oraz usługi doradcze,
- dostarczanie informacji na temat efektywności energetycznej np. przez prowadzenie portali internetowych, organizowanie wystaw i projektów demonstracyjnych.

Unia Europejska również określa plany i instrumenty finansowe oraz zachęty podatkowe jako środki ustanowione przez państwo członkowskie, które prowadzą do stosowania energooszczędnych technologii lub technik i skutkują zmniejszeniem końcowego zużycia energii, przy czym zakłada (Dzienniki UE, 2019):

- istnienie systemu pozwalającego na mierzenie wyników oraz kontrolowanie i weryfikowanie wyników w sposób niezależny od stron uczestniczących i uprawnionych do ich gromadzenia i analizowania;

- koordynację i określone przeznaczenie środków – w przypadku planów i instrumentów finansowych finansowanie powinno pochodzić z publicznych (europejskich lub krajowych) źródeł lub z połączenia źródeł publicznych (europejskich lub krajowych) i prywatnych (np. banków, funduszy inwestycyjnych, funduszy emerytalnych), ukierunkowanych wyraźnie na realizację działań indywidualnych, prowadzących do osiągnięcia oszczędności końcowego zużycia energii;
- zagwarantowanie swobody dla odbiorcy – przedsiębiorstwa prowadzące detaliczną sprzedaż energii (zgodnie z systemami zobowiązującymi do efektywności energetycznej), wypełniając swoje obowiązki w zakresie oszczędności energii, nie mogą tworzyć żadnych barier zniechęcających konsumentów do zmiany dostawcy.

W zaleceniach (jako alternatywne środki, jakie mogą stosować państwa członkowskie) wymieniane są programy audytu energetycznego dla MŚP.

Audyty energetyczne są ważnym narzędziem do określania środków mających na celu zwiększenie efektywności energetycznej i zmniejszenie kosztów energii. Określając, ile energii zużywa się w poszczególnych obszarach przedsiębiorstwa, audyty te pozwalają ustalić, w jakich obszarach można wygenerować oszczędności, a co za tym idzie, mogą przynieść znaczne korzyści gospodarcze.

Mimo że audyty energetyczne mogą przynieść duże oszczędności, nie są one zwykle przeprowadzane w MŚP. Aby zwiększyć ich atrakcyjność wśród MŚP, można zastosować rozmaite środki, np. kampanie informacyjne, dotacje lub ulgi podatkowe dla tych usług.

W programach, których celem jest wspieranie działań MŚP w zakresie EE, istotne jest zaprojektowanie ich tak, by były odpowiednio zrozumiałe. Tak jak w przypadku innych obszarów zarządzania organizacją, nieprawidłowe zaprojektowanie „doświadczenia klienta” i zadań może skutkować niepowodzeniem oferowanych inicjatyw (O’Keeffe i in., 2016). MŚP muszą mieć możliwość aktywnego przetwarzania danych i pozyskiwania na bieżąco informacji o rezultatach prowadzonych działań, np. audytu energetycznego, a ich pracownicy muszą mieć możliwość łączenia informacji z istniejącą wiedzą (Palm, Backman, 2020).

Inwestycje, w rozwiązania dotyczące odnawialnych źródeł energii mogą być traktowane jako eko+innnowacje, a zatem są elementem polityki ekologicznej prowadzącym do realizacji celów związanych z ochroną środowiska przy jednoczesnym budowaniu konkurencyjności

gospodarczej (Woźniak, Strojny, Wojnicka, 2010). Literatura dotycząca determinant ekoinnowacji wskazuje, że ten typ innowacji jest bardziej zależny od regulacji niż inne innowacje (Segarra-Blasco, Jové-Llopise, 2019; Horbach, 2016). W przypadku ekoinnowacji związanych z energią skutki regulacji różnią się w zależności od obszaru środowiskowego (Segarra-Blasco i Jové-Llopise, 2019; Kammerer, 2009). Istnieje zatem potrzeba wyróżnienia ekoinnowacji, których cele są powiązane z energią. Część prowadzonych badań wskazuje, że organizacje przywiązują mniejszą wagę do regulacji jako ważnego czynnika wspomagającego inwestycje na rzecz EE. Solnørdal i Foss (2018) przedstawiają wyniki odwrotne, pokazujące, że regulacje wpływają na zachowania innowacyjne, których celem jest zmniejszenie zużycia energii (Segarra-Blasco, Jové-Llopise, 2019). Dalsze badania w tym zakresie nadal stanowią istotny obszar poznawczy.

## **1.7. Zarządzanie popytem na energię i prosumpcja jako elementy wspierające działania na rzecz efektywności energetycznej**

Jednym z elementów planowania rozwoju elektroenergetycznego jest zarządzanie popytem na energię zgodnie z koncepcją lokalnie zintegrowanego planowania zasobów oraz koncepcją zintegrowanego planowania zasobów. Pierwsza z nich zakłada dwustopniową procedurę oceny zapotrzebowania na energię, druga – dostarczanie energii po najmniejszych kosztach społecznych (Rasolomampionona, Robak, Chmurski, Tomasik, 2010; Pamuła, 2013).

Koncepcja zarządzania popytem na energię (ang. *Demand Side Management* – DSM) nie jest nowym rozwiązaniem, albowiem pojawiła się w energetyce w latach siedemdziesiątych ubiegłego stulecia podczas restrukturyzacji sektora energetycznego i wprowadzenia do niego elementów rynkowych (PSE, 2009a). Stosowanie mechanizmów DSM ma na celu efektywne korzystanie z energii, najczęściej przez zmniejszenie jej zużycia oraz wpływanie na kształt krzywej obciążeń, przez zmniejszenie lub przeniesienie zużycia energii z okresu o wysokim zapotrzebowaniu na okresy o niższym zapotrzebowaniu. W przypadku energii mechanizmy te mogą

być stosowane ze względu na unikalność produktu, jaką jest brak możliwości magazynowania znacznej ilości energii oraz zmienność zapotrzebowania na energię w różnych okresach – zarówno w czasie doby, jak i w dłuższych okresach (tygodniach, miesiącach, sezonach) (Pamuła, 2013).

DSM to narzędzie pozwalające dostawcy energii na sterowanie zapotrzebowaniem klientów, które może prowadzić do oszczędności energii. Zamiast budowy nowych źródeł mocy w celu zaspokojenia wciąż rosnącego popytu, dostawcy energii mogą zachęcać swoich odbiorców do redukcji wykorzystania energii, jest to szczególnie istotny mechanizm pozwalający na ograniczanie rynku mocy. Ważnym elementem transformacji systemu elektroenergetycznego jest także instalowanie i podłączanie rozproszonych źródeł generowania energii z zasobów odnawialnych i magazynów energii. Mechanizmy DSM to inicjatywy kierowane do organizacji, które opracowują i wdrażają odpowiednie programy, mające na celu pokonywanie określonych barier i pozwalające na osiągnięcie określonych celów polityki energetycznej. Programy DSM to z kolei konkretne przedsięwzięcia podejmowane przez przedsiębiorstwa energetyczne lub inne organizacje, których celem jest wpływanie na sposób wykorzystywania energii i kształtowanie zmian zachowań. Programy kierowane są do odbiorców końcowych energii różnych grup: przemysłu, handlu i usług, gospodarstw domowych (Crossley i in., 2000; Pamuła, 2013). Programy reakcji strony popytowej (ang. *Demand Side Response*, DSR), określane też mianem reakcji zapotrzebowania (ang. *Demand Response*, DR), są narzędziem stosowanym w celu poprawy efektywności i niezawodności pracy systemu elektroenergetycznego. Wiąże się z dobrowolnym, czasowym dostosowaniem zapotrzebowania przez odbiorcę na moc (zmniejszeniem poboru lub przesunięciem go w czasie) w momencie otrzymania komunikatu od dostawcy, np. o atrakcyjnej taryfie cenowej (Pamuła, 2013).

Programy efektywności energetycznej dążą do ogólnego zmniejszenia poboru energii, niekoniecznie w okresach szczytowych, z kolei programy reakcji strony popytowej koncentrują się na redukcji obciążenia w określonych okresach bez konieczności modyfikacji zmian zachowań odbiorcy przez cały czas konsumpcji energii (np. przesunięcie godzin korzystania z maszyny czy urządzenia). Synergia powoduje, że programy EE, np. związanych z kontrolą klimatyzacji, ogrzewania czy oświetlenia, mogą bardzo efektywnie przyczyniać się do redukcji zapotrzebowania na energię w okresach szczytowych.



Działania na rzecz oszczędzania energii i promowania energii ze źródeł odnawialnych prowadzą do złożonych interakcji, w zależności od charakterystyki sektorów i krajów.

Istota relacji pomiędzy programami efektywności energetycznej i programami reakcji strony popytowej określa zarówno potencjalne synergie, jak i konflikty (Pamuła, 2013). Niezwykle ważne jest koordynowanie elementów tych programów oraz programów proliferacji OZE, tak by odbiorca mógł korzystać ze zintegrowanych programów w zakresie konsumpcji energii i redukcji jej kosztów. Umacnianie synergii między tymi programami zwiększy szanse na zaangażowanie odbiorców i pozwoli na osiągnięcie większych korzyści.

Zarówno programy efektywności energetycznej, jak i programy reakcji strony popytowej dotyczą odbiorców końcowych energii. Odbiorcy, zwłaszcza z małych firm, mogą nie rozróżniać programów reakcji strony popytowej, efektywności energetycznej i oszczędzania energii, a raczej zauważają różne sposoby na zarządzanie kosztami energii. Dla efektywnego działania tych programów należy więc wprowadzić system koordynacji prowadzony na różnym poziomie, przez różne organizacje, tak by oferowane rozwiązania były spójne i wzajemnie się uzupełniały (Pamuła, 2013).

Oczekiwania menadżerów dotyczące przyszłego popytu mają wpływ tylko na inwestycje w energię elektryczną, podczas gdy inwestycje w technologie energii odnawialnej są bardziej zależne od przewidywań menadżerów co do przyszłej kondycji biznesowej firmy (Segarra-Blasco, Jové-Llopise, 2019, za: Hrovatin, Dolšak i Zorić, 2016; Solnørdal i Foss, 2018).

Czynniki motywujące w przypadku MŚP nie działają w ten sam sposób na podejmowanie działań na rzecz oszczędzania energii, jak w przypadku implementowania rozwiązań pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych. Zachęty w postaci programów publicznych są istotnym czynnikiem motywującym firmy do wdrażania OZE. W badaniach MŚP (Segarra-Blasco, Jové-Llopise, 2019) stwierdzono, iż wdrożenia nowych technologii, ograniczanie kosztów i nadążanie za głównymi konkurentami są istotnymi czynnikami stymulującymi podejmowanie praktyk w zakresie EE, chociaż nie wydają się mieć znaczącego wpływu na strategię wprowadzania OZE. Podobnie rzecz się ma w przypadku oczekiwań klientów i dostawców – mają one znaczny wpływ na strategię MŚP w zakresie EE, a mniejszy dla OZE. Inne czynniki uważane przez MŚP za strategiczne dla zwiększenia działań w zakresie efektywności energetycznej i energii odnawialnej to obecność w firmie ludzi o wielkich

ambicjach i empatii w stosunku do środowiska, które jest najwyższym priorytetem dla firmy (Segarra-Blasco, Jové-Llopise, 2019). Te same badania wykazały pozytywny i znaczący wpływ wielkości i wieku firmy na działania w zakresie EE, wskazując, że małe i młode firmy napotykają więcej barier niż ich odpowiedniki w przeprowadzaniu działań w zakresie efektywności energetycznej. W przypadku strategii OZE wielkość i wiek firm nie mają wpływu na wdrażanie działań w zakresie energii odnawialnej. Ponadto EE i OZE są ściśle powiązane z innymi działaniami w zakresie efektywności. Praktyki takie jak: oszczędzanie wody, minimalizacja odpadów i projektowanie produktów, które są łatwiejsze w utrzymaniu, naprawie i ponownym użyciu, wykazują pewną komplementarność z podjętymi działaniami. Kwestie środowiskowe są zachętą do powszechnego stosowania EE, ale nie do wdrażania i korzystania ze strategii w zakresie energii odnawialnej (Segarra-Blasco, Jové-Llopise, 2019). Autorzy badania zaobserwowali też zróżnicowanie tego podejścia w różnych grupach krajów europejskich. Obecne zaangażowanie w działania w zakresie EE pozwoliło wysnuć wniosek, iż zwiększa się prawdopodobieństwo, że europejskie MŚP zaangażują w przyszłości ekoinnowacyjne praktyki we wszystkich grupach krajów. Co do działań dotyczących odnawialnych źródeł energii ta tendencja występuje tylko w przypadku dwóch grup – członków kluczowych i nowych członków UE (analizy danych dokonano w trzech grupach: kraje kluczowe – Austria, Belgia, Dania, Finlandia, Francja, Niemcy, Irlandia, Luksemburg, Szwecja, Holandia i Wielka Brytania; kraje śródziemnomorskie – Grecja, Włochy, Portugalia i Hiszpania oraz nowe kraje UE – Bułgaria, Chorwacja, Cypr, Republika Czeska, Estonia, Węgry, Łotwa, Litwa, Malta, Polska, Rumunia, Słowacja i Słowenia). Ponadto autorzy wskazują na ściślejszą komplementarność praktyk EE i OZE we wszystkich badanych grupach. Co więcej, firmy, które wykazują wysoką, postrzeganą przez siebie rentowność inwestycji w zasoby, są bardziej skłonne do wdrażania nowych praktyk w zakresie zrównoważonej energii w przyszłości, zwłaszcza w krajach kluczowych i nowych członków UE. MŚP, z grupy nowych członków UE, są bardziej skłonne do podejmowania przyszłych działań w zakresie EE i RE niż kraje grupy kluczowej lub kraje śródziemnomorskie.

W Polsce udział programów DSM w bilansowaniu generacji z OZE również jest mniejszy w porównaniu do USA czy krajów Europy Zachodniej i Europy Północnej, co jest wynikiem określonych polityk i mniejszego stosowania systemów wsparcia, w tym ograniczonej instalacji

inteligentnych liczników, braku powszechnych rozwiązań ICT i powolnej proliferacji idei energetyki prosumenckiej (Pamuła, 2013).

Proponując nowy model rynku energii, J. Popczyk (w: Gajewski, Paprocki, Pieriegud, 2016) wskazuje na istotną rolę prosumentów jako jednego z jego głównych filarów. W szczególności podkreśla jego ogromny potencjał efektywnościowy, związany z wykorzystaniem mechanizmu DSM/DSR i taryfy dynamicznej, taryf czasu rzeczywistego oraz rynku mocy odbiorców/prosumentów w przemyśle. Zgodnie z przytoczonym uzasadnieniem potencjał redukcji mocy po stronie popytowej ocenia się w polskim przemyśle na ok. 2000 MW (potencjał osiągalny praktycznie nawet bez inteligentnej infrastruktury). Potencjał redukcyjny w pozostałej części rynku jest związany z wykorzystaniem inteligentnej infrastruktury (AMI, Smart Grid, IoT) i jest porównywalny co najmniej z potencjałem w przemyśle (Popczyk, w: Gajewski, Paprocki, Pieriegud, 2016). Masowe włączenie prosumentów do konkurencji na rynku usług systemowych należy zatem traktować w kategoriach innowacji (Popczyk, w: Gajewski, Paprocki, Pieriegud, 2016).

## **1.8. Audyt energetyczny jako element wspierający działania na rzecz efektywności energetycznej**

Zgodnie z definicją zawartą w normie ISO 50002, audyt energetyczny jest systematyczną analizą wykorzystania i zużycia energii, w ramach określonego zakresu, w celu identyfikacji, kwantyfikacji i wskazania możliwości poprawy charakterystyki energetycznej.

Audyt energetyczny jest pewnego rodzaju oceną, która analizuje przepływy energii w budynku, procesie lub systemie, w celu zidentyfikowania możliwości zmniejszenia ilości energii wprowadzanej do systemu przy jednoczesnym utrzymaniu lub poprawie funkcjonowania analizowanego obiektu i bez zmniejszania komfortu użytkowników. Poziom szczegółowości tej oceny decyduje o rodzaju audytu. Przeprowadzenie audytu prowadzi do znalezienia obszarów, w których możliwe jest zmniejszenie zużycia energii, ale w przypadku MŚP decyzja o podjęciu działań nadal leży po stronie przedsiębiorców (Głuszek, 2019).

Jedną z klasyfikacji dzieli audyty energetyczne na trzy rodzaje (Kalantzis, Revoltella, 2019): audyt wstępny, audyt standardowy i audyt symulacji komputerowej (Thumann, Niehus, Younger, 2012).

Ze względu na zakres audytu podział obejmuje (Santalla, 2106):

- audyt przeglądowy – składa się z kontroli wstępnej obiektu w celu określenia kwestii związanych z konserwacją, eksploatacją lub wadliwym sprzętem, a także w celu określenia obszarów wymagających dalszej oceny. Wyniki wstępnego audytu obejmują identyfikację możliwości oszczędzania energii, analizę jakościową wdrożenia środków oszczędzania energii oraz oszacowanie jego potencjału w zakresie oszczędności energii. Końcowemu raportowi z audytu towarzyszą zazwyczaj podstawowe komentarze na temat wykonalności projektu;
- diagnoza energii – ten audyt obejmuje wykonanie obliczeń ekonomicznych i może obejmować wykorzystanie niektórych urządzeń pomiarowych w celu określenia rzeczywistego zużycia i strat energii. Wyniki obejmują bilans energetyczny (rozbicie zużycia energii) oraz listę środków efektywności energetycznej uzyskanych z wydajności lub obiektu budowlanego. Wyniki zawierają również analizę finansową dla każdego ze zidentyfikowanych środków w celu sklasyfikowania i uszeregowania pod względem ważności wdrożenia tych środków;
- przedinwestycyjny audyt energetyczny – audyt ten jest szczegółowym zestawieniem zużycia energii, w tym ilościową analizą realizacji wraz ze szczegółowymi inwestycjami oraz kosztami eksploatacji i utrzymania, a także analizą modelu inwestycyjnego. Wyniki obejmują rzeczywiste zapotrzebowanie na energię oraz bilans energetyczny. Audyt ten sugeruje szereg środków oszczędności energii, w tym obliczenie oszczędności energii i inwestycji niezbędnych do ich przeprowadzenia. Proponuje również działania pakietowe wraz z planem finansowym oraz planami wdrożenia i weryfikacji oszczędności.

Jeden z pierwszych programów audytów energetycznych przeznaczony dla firm powstał w USA w 1976 r. (Fleiter, 2012). Programy audytu energetycznego były początkowo kierowane tylko do dużych firm, obecnie coraz częściej często dotyczą małych i średnich przedsiębiorstw. Takie przedsiębiorstwa zazwyczaj nie posiadają menadżera energii i nie posiadają zasobów ani wiedzy, aby właściwie przeanalizować możliwości poprawy efektywności energetycznej (Fleiter, 2012), stąd zasadność i konieczność standaryzacji działań w obszarze zarządzania energią (Andersson i in., 2017). O wadze

problemu świadczy też norma ISO 50001, która promuje System Zarządzania Energią ISO 50001 i którą można wdrożyć w każdej organizacji, niezależnie od jej wielkości, branży i położenia geograficznego.

Zarządzanie energią i audyt energetyczny to tematy, które leżą w kręgu zainteresowań UE. W dyrektywie dotyczącej usług energetycznych (DUE) oraz w dyrektywie dotyczącej efektywności energetycznej (EED) opowiedziano się za audytami energetycznymi jako podstawowym narzędziem przeciwdziałania istniejącej asymetrii informacyjnej poprzez tworzenie i wymianę wiedzy na temat opcji technologicznych i związanych z nimi oszczędności kosztów energii.

Dyrektywa 2018/2002/UE z dnia 11 grudnia 2018 r. zmieniła dyrektywę 2012/27/UE (EED) w sprawie efektywności energetycznej. Na tej podstawie Komisja Europejska dokonała oceny skuteczności wdrażania audytu i obowiązku wykonania raz na cztery lata audytu energetycznego przedsiębiorstwa. Obowiązkiem zostały jednak objęte duże przedsiębiorstwa, co przekłada się na wolniejsze tempo podejmowania działań w zakresie EE przez MŚP. Zmiana tego podejścia mogłaby takie tempo znacznie zwiększyć.

Z kolei dyrektywa EPBD (ang. *Energy Performance Buildings Directive*) z 9 lipca 2018 r. odnosi się do poprawy charakterystyki energetycznej budynków. Rewizja dyrektywy EPBD wprowadziła nowe wymagania, których celem jest udoskonalenie istniejących w budynkach technologii oraz usprawnienie działania systemów technicznych budynków dotyczących sterowania przepływami energii oraz wykorzystania potencjału postępującej cyfryzacji i sztucznej inteligencji. Badania UE wykazały, że ok. 40% łącznego zużycia energii pobierane jest przez budynki, a prawie 70% systemów automatyki stosowanych w budynkach działa na podstawie błędnych założeń i niewłaściwych ustawień, co prowadzi do marnowania energii (Głuszek, 2019).

Chociaż programy audytów mogą być projektowane jako samodzielne przedsięwzięcia, często jednak są zintegrowane z innymi programami interwencyjnymi.

Wyniki analiz audytów stanowią istotne źródło informacji na temat działań podejmowanych przez organizacje. Badając wyniki audytów energetycznych niemieckich przedsiębiorstw przeprowadzanych w latach 2008–2010, Fleiter (2012) stwierdził, że wysokie koszty inwestycji ograniczają działania na rzecz efektywności energetycznej, nawet jeśli są one postrzegane jako zyskowe. Podobnie brak kapitału spowalnia adaptację działań na rzecz EE, zwłaszcza w przypadku większych inwestycji. W związku z tym Autor

rekomenduje dotacje inwestycyjne lub pożyczki uprzywilejowane (na większe inwestycje) na rzecz EE dla firm, zwłaszcza z sektora MŚP (Fleiter, 2012).

Audyt energetyczny jest użytecznym narzędziem w przewyżnianiu bariery informacji i akceleracji inwestycji na rzecz EE, co potwierdzają wyniki badań. Kalantzis i Revoltella (2019), prowadząc badania dotyczące audytów i inwestycji w EE w sektorze firm należących do MŚP, wskazali, iż decyzja przedsiębiorstwa o przeprowadzeniu audytu energetycznego zależy od wielkości firmy, rodzaju kapitału, sektora oraz od regulacji prawnych (krajowych, dotyczących wprowadzania prawodawstwa UE i mechanizmów zachęt). Ponadto uzyskane wyniki badań pokazały, że audyty energetyczne, oprócz tego, że są pierwszym krokiem firm w realizacji działań na rzecz poprawy EE, bardzo często prowadzą do wykonywania rekomendowanych w raporcie audytu działań. W przypadku przedsiębiorstw sektora MŚP audyt ma większy wpływ na inwestycje w procesy wspierające, takie jak: zmiana oświetlenia, izolacja ścian itp. niż na procesy produkcyjne, takie jak: wymiana maszyn i urządzeń, na mniej energochłonne. Kolejnym wnioskiem z tych badań było stwierdzenie, iż prawdopodobieństwo inwestycji w działania na rzecz EE, zwłaszcza po audycie energetycznym, jest większe, jeśli jest to organizacja innowacyjna lub jeśli firma może pozyskać dodatkowe zewnętrzne finansowanie (Kalantzis, Revoltella, 2019).

Sporządzenie audytu energetycznego jest w Polsce podstawą uzyskania dofinansowania realizacji przedsięwzięć obniżających zużycie energii w wybranych obiektach lub instalacjach. Audyt ten może przyjmować następujące formy (Głuszek, 2019):

- audyt energetyczny – zgodnie z pojęciem przyjętym w Ustawie z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów, jeżeli celem jest przedsięwzięcie termomodernizacyjne (Dz.U. 2008, Nr 223, poz. 1459, tekst jednolity);
- audyt efektywności energetycznej – zgodnie z pojęciem przyjętym w Ustawy z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej, jeżeli celem jest przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej (Dz.U. 2016, poz. 831, tekst jednolity).

Ustawa o efektywności energetycznej nakłada obowiązek sporządzania okresowych audytów energetycznych tylko na duże przedsiębiorstwa. Przedsiębiorstwa MŚP nie mają takiego obowiązku i nie są zobowiązane do identyfikowania przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej. Niemniej jednak rekomendowane jest przeprowadzenie

audytów jako narzędzia prowadzącego do znaczących oszczędności finansowych, i część przedsiębiorstw decyduje się na podjęcie tego procesu, zwłaszcza w przypadku wsparcia w postaci dostępu do ekspertów lub obniżenia kosztu takiej usługi (Głuszek, 2019).

Godna podkreślenia jest również rola audytorów energetycznych w sektorze małych i średnich przedsiębiorstw oraz systemu weryfikowania przygotowanych przez nich raportów, a także metod dostępu do informacji (Rączka, 2010).

Badania wskazują, że w programie zapewniającym MŚP informacje od stron trzecich (np. prowadzących audyt lub nadzorujących program audytu), ale bez możliwości ich dyskusowania, wyniki w zakresie poprawy EE były słabe, natomiast w programie, w którym MŚP były aktywnie zaangażowane na wszystkich etapach i mogły omawiać problemy i z podobnymi firmami, wyniki w zakresie EE były lepsze (Palm, Backman, 2020).

Istotnym polskim dokumentem rządowym odnoszącym się do działań na rzecz efektywności energetycznej jest Krajowy Plan Działań dotyczący EE dla Polski 2017. Dokument ten, o charakterze sprawozdawczym, stanowi wypełnienie przepisów dyrektywy 2012/27/UE, tj. dotyczy przeglądu i monitorowania oraz wdrażania tej dyrektywy, w tym postępów osiągniętych w realizacji krajowego celu w zakresie oszczędnego gospodarowania energią na 2016 r. oraz krajowego celu w zakresie EE na 2020 r. Dokument ten zawiera opis środków poprawy efektywności energetycznej, będących kontynuacją działań podjętych w latach 2008–2015 zgodnie z dyrektywą 2006/32/WE w sprawie efektywności końcowego wykorzystania energii i usług energetycznych, a następnie zgodnie z zastępującą ją dyrektywą 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej (MAP, 2019). Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE (DEE) została zmieniona dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2002. Wyznaczono w niej nowy cel w zakresie efektywności energetycznej, jakim jest osiągnięcie oszczędności wynoszących co najmniej 32,5% na poziomie Unii do 2030 r. Krajowe przepisy ustawowe i wykonawcze powinny zostać dostosowane do zmienionej dyrektywy EED do 25 czerwca 2020 r. W dniu 1 stycznia 2021 r. wejdą w życie kolejne zmiany dyrektywy EED, które zostały wprowadzone przez rozporządzenie (UE) 2018/1999, od 10 stycznia 2019 r. obowiązujące wprost we wszystkich państwach członkowskich UE.

W Polsce nadal identyfikowany jest olbrzymi potencjał oszczędności energii, stąd wiele inicjatyw i projektów odnosi się do tego tematu. Ministerstwo

Aktywów Państwowych zaproponowało szereg działań w zakresie promowania EE, zwłaszcza w małych i średnich przedsiębiorstwach. W zakresie promowania EE istnieje już wiele instrumentów ekonomicznych i społecznych, ale niezbędne są dalsze działania na rzecz promowania i rozpowszechniania wiedzy na temat obecnych wymogów prawnych i nowych technologii oraz zapewnienie dostępu do wiedzy eksperckiej dla MŚP (MAP, 2019).

Wśród programów dotyczących przemysłu i MŚP wymienionych na stronie ministerstwa znajdują się następujące obszary (MAP, 2019):

- Wsparcie przedsiębiorców w zakresie niskoemisyjnej i zasobooszczędnej gospodarki. Część 1 – Audyt energetyczny/elektroenergetyczny przedsiębiorstwa;
- Wsparcie przedsiębiorców w zakresie niskoemisyjnej i zasobooszczędnej gospodarki. Część 2 – Zwiększenie efektywności energetycznej;
- Program dostępu do instrumentów finansowych dla MŚP (PolSEFF);
- Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko 2007–2013 (Działanie 9.1) – Wysokosprawne wytwarzanie energii;
- Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko 2007–2013 (Działanie 9.2) – Efektywna dystrybucja energii;
- Poprawa efektywności energetycznej, Część 3 – Inwestycje energooszczędne w małych i średnich przedsiębiorstwach;
- Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko 2014–2020 (Działanie 1.2) – Promowanie efektywności energetycznej i korzystania z odnawialnych źródeł energii w przedsiębiorstwach;
- Wsparcie przedsięwzięć w zakresie niskoemisyjnej i zasobooszczędnej gospodarki. Część 4 – Efektywność energetyczna w przedsiębiorstwach.

Znaczna część proponowanych przez MAP programów dotyczy promowania audytów energetycznych oraz inwestycji w obszarze efektywności energetycznej wśród MŚP.

## **1.9. Modele oceny dojrzałości działań w zakresie EE w firmach sektora MŚP**

Zagadnienia rozważające problemy wdrażania systemu zarządzania energią można znaleźć nie tylko w źródłach naukowych, publikacjach branżowych, ale także w normach. Normy takie jak Energy Star™, ISO 50001 czy SEP (norma opracowana przez US Department of Energy)



oferują najlepsze dostępne wsparcie dla menadżera energii w różnych typach organizacji.

Energy Star™ to koncepcja powstała w Stanach Zjednoczonych w 1992 r., która koncentruje się na efektywności energetycznej produktów, domów, budynków, zakładów przemysłowych i organizacji. Program zapewnia certyfikację opartą na osiągnięciu rzeczywistych poziomów w zakresie wydajności energetycznej dla konkretnego obiektu oraz dostarcza wskazówek dotyczących działań, jakie należy podjąć w celu opracowania programów zarządzania energią (Finnerty, 2017).

Proponowane i wprowadzane są różne standardy i modele, których celem jest skłonienie organizacji do bardziej efektywnego wykorzystania energii. Systemy zarządzania energią mogą mieć charakter znormalizowany, np. mogą być oparte na normie ISO 50001 (w Polsce przyjętej jako PN-EN 50001:2012. Systemy zarządzania energią – wymagania i zalecenia użytkownika). Norma ISO 50001 stanowi podstawę poprawy zarządzania energią.

Przy wdrażaniu skutecznego zarządzania energią w organizacjach normy międzynarodowe (np. ISO 50001) wymagają wdrożenia polityki energetycznej i związanej z nią strategii energetycznej, przy czym polityka energetyczna to dokumentacja długoterminowej wizji organizacji, uzasadnienie i zobowiązanie do poprawy jej efektywności środowiskowej poprzez EM, natomiast strategia energetyczna to systematyczne podejście i plan działania na rzecz osiągnięcia celów określonych w polityce energetycznej.

Normy zarządzania energią stanowią dobrą praktykę, ale nie są najlepszymi modelami wydajności energetycznej. Stanowią ona ramy, które umożliwiają organizacjom lepsze zrozumienie wykorzystania i zużycia energii, a następnie oferują rozwiązania pozwalające na poprawę charakterystyki energetycznej. Coraz lepszą wydajność pomagają osiągnąć modele dojrzałości energetycznej.

Wykorzystanie modeli dojrzałości i modeli doskonałości w ocenie działań organizacji jest powszechnie stosowanym rozwiązaniem (Martusewicz, Szumowski, 2018). Architektura modelu dojrzałości powinna zawierać przynajmniej wymiary i ich subkategorie, możliwe ścieżki osiągnięcia dojrzałości (poziomy spełnienia), wyznaczniki poziomu dojrzałości i czynniki sytuacyjne (Martusewicz, Szumowski, 2018).

Z kolei zadaniem modeli doskonałości jest wspomaganie organizacji w zakresie mierzenia, przewidywania, monitorowania potrzeb i wymagań zainteresowanych stron oraz śledzenia dokonań innych przedsiębiorstw.

Analiza danych otrzymanych w wyniku zastosowania modelu jest podstawą wdrożenia działań doskonalących w danym obszarze (Martusewicz, Szumowski, 2018).

Modele dojrzałości można podzielić ze względu na różne kryteria (Finnerty i in., 2017; Introna i in., 2014) takie, jak:

- struktura modelu – ciągła lub etapowa,
- metodologia analizy – sposób określania dojrzałości,
- odniesienie do standardów międzynarodowych,
- sposób oceny – procedury techniczne, za pomocą których ocena jest przeprowadzana (w tym metoda samooceny),
- wyniki oceny – kluczowe elementy do zrozumienia mocnych stron i słabości tej organizacji,
- wytyczne doskonalenia – poziom szczegółowości instrukcji dotyczących poprawy organizacji w analizowanym obszarze.

Literatura naukowa dotycząca działań, które zapewniają udane wdrożenie systemów zarządzania energią dla organizacji dowolnej wielkości, nie jest zbyt obszerna (Antunes, Carreira, da Silva, 2014). Brak opisanych ujednoczonych modeli wdrażania zarządzania energią powoduje, że programy zarządzania energią nie obejmują całego zakresu działań określonych w standardach i wytycznych (Antunes i in., 2014).

Model dojrzałości dla korporacji przemysłowych, uwzględniający wymiar sieciowy, korporacyjny i globalny, został zaproponowany przez Finnerty'ego i in. (2017), zaś dla firm MŚP sektora produkcyjnego przez Prashar (2017b) oraz Thiede, Posselt i Herrmann (2013).

Firmy sektora MŚP wdrażają działania na rzecz EE znacznie wolniej, głównie ze względu na wymienione w poprzednich punktach rozdziału bariery ekonomiczne, organizacyjne i behawioralne (Trianni i in., 2016; Prashar, 2017a).

Właściciele i menadżerowie MŚP w odniesieniu do podejmowania decyzji dotyczących ochrony środowiska kierują się często systemem osobistych wartości. W MŚP istotna w tym zakresie jest też kultura organizacyjna, dynamika zespołu i aspiracje poszczególnych osób, które wpływają na praktyki zarządzania energią (Fawcett, Hampton, 2020). Bardziej złożone rozumienie MŚP, jako organizacji działających w środowisku społeczno-technicznym o zróżnicowanych możliwościach, celach i wartościach, oferuje lepszy wgląd w proces podejmowania decyzji dotyczących działań na rzecz efektywności

energetycznej, wpływa na skuteczniejsze prowadzenie regulacji i polityk znoszących bariery (Fawcett, Hampton, 2020).

W podejściach dotyczących oceny dojrzałości energetycznej najczęściej wykorzystywane są modele fazowe poziomów dojrzałości lub modele doskonałości, najczęściej model Deminga.

Oprócz literatury naukowej można znaleźć także opracowania innych instytucji dotyczące przewodników energetycznych, opublikowane przez różne organy krajowe, opisują one najlepsze praktyki EE dla przedsiębiorstw przemysłowych, handlowych i sektora publicznego. Wynika z nich, iż zwykle pierwszym zalecanym etapem określenia dojrzałości jest przeprowadzenie samooceny obecnych praktyk związanych z EE, jako punktu wyjścia, identyfikując w ten sposób możliwości oszczędzania energii przez przedsiębiorstwo.

W literaturze akademickiej proponowane są modele dojrzałości zarządzania energią, które najczęściej oparte są na kompleksowych wymaganiach normy ISO 50001 wraz z ustanowionymi przez nią systemami oceny stopnia dojrzałości. Modele te są jednak mało przydatne dla MŚP, ze względu na brak zasobów i wiedzy, aby spełnić wymogi normy ISO 50001.

Działania określone w normie 50001, podobnie jak w innych systemach ISO, oparte są na tzw. cyklu Deminga – strukturze PDCA (Plan-Do-Check-Act), która zakłada ciągłe udoskonalanie procesów/systemu i wprowadzanie coraz to nowych optymalizacji ich działania. Systemy zarządzania energią mogą również mieć charakter dedykowany dla konkretnej organizacji, ale nadal znajdować powinny znajdować się w nich takie elementy jak (Koszyrek-Cyra, 2016):

- polityka (strategia) energetyczna firmy wraz z celami strategicznymi i operacyjnymi,
- opis sytuacji wyjściowej wraz z analizą danych historycznych obejmujący raport z audytu energetycznego,
- opis procedur, środków i metod wprowadzenia optymalizacji,
- schemat struktury organizacyjnej wraz z obowiązkami personelu związanego z wprowadzaniem zmian,
- opis systemu szkoleń, prowadzenia dokumentacji, komunikacji wewnątrz organizacji i sposobu raportowania wyników.

Oprócz normy ISO 50001 w literaturze proponowane są inne modele oceny dojrzałości w zarządzaniu wykorzystaniem energii, ale w większości dotyczą one dużych firm, np. *Energy and Utility Management Maturity*

*Model*, EUMMM (Ngai i in., 2013), model dojrzałości w zarządzaniu energią – *Energy Management Maturity Model*, EM3 (O’Sullivan, 2012), model dojrzałości w zarządzaniu energią – *Energy Management Maturity Model* (EMMM) (Introna, Cesarotti, Benedetti, Biagiotti, Rotunno, 2014; Antunes i in., 2014), oparty na modelu dojrzałości zarządzania energią EMMM 50001 (Jovanović, Filipović, 2016).

Proponowane są także modele oceny dojrzałości systemu zarządzania energią wykorzystujące kombinację różnych koncepcji zarządzania, oparte na normie ISO 50001: model dojrzałości energetycznej, który łączy procesy ISO 50001 z kryteriami integracji modelu dojrzałości (*Capability Maturity Model Integration*). Model wykorzystujący cykl Deminga PDCA (pol. Planuj-Wykonaj-Sprawdź-Działaj) i kryteria Integracji Kompetencyjnego Modelu Dojrzałości zaproponowany przez (Jovanović, Filipović, 2016), wskazywany jest jako uniwersalny i może być używany zarówno w sektorze produkcji, jak i w sektorze usług. Autorzy wykazali adekwatność jego stosowania na podstawie walidacji w organizacjach, które miały wdrożone certyfikacje ISO 50001, oraz takich, które ich nie posiadały. Wykonana przez tych badaczy walidacja pokazała, że wszystkie zaproponowane w modelu teoretycznym poziomy dojrzałości istnieją w praktyce, chociaż dla organizacji niecertyfikowanych ISO 50001 istnieje szersze zróżnicowanie, podczas gdy wyniki organizacji certyfikowanych ISO 50001 wykazują większą spójność. Ponadto autorzy argumentują, iż baza wiedzy oparta na procesach ISO 50001 przyczynia się do lepszego zrozumienia i wdrożenia systemu zarządzania energią, ponieważ pokazuje związek pomiędzy ISO 50001, która jest przykładem dobrej praktyki we wdrażaniu systemu zarządzania energią, a cyklem PDCA leżącym u podstaw wszystkich standardów zarządzania systemami oraz Kryteriami Integracji Modelu Dojrzałości, które mogą być związane z określonymi fazami rozwoju systemów zarządzania energią (Jovanović, Filipović, 2016).

Podobne podejście wykorzystujące model PDCA prezentuje Prashar (2017a, 2017b) wskazując je jako próby wprowadzenia praktyk efektywności energetycznej dla firm energochłonnych sektora MŚP.

Przegląd wybranych modeli dojrzałości przedstawiono w tabeli 1.2. Niemniej jednak literatura w zakresie przyjęcia modelu dojrzałości opartego na ciągłej poprawie efektywności energetycznej przez MŚP jest niezbyt obszerna.

**Tabela 1.2.** Wybrane modele dojrzałości organizacji w zakresie efektywności energetycznej

| Model/źródło   | Wymiary  | Działania  | Poziomy dojrzałości   | Uwagi  |
|--|--|--|---|--|
| 1  | 2  | 3  | 4   | 5  |
| matryca oceny zarządzania energią ( <i>Energy Management Assessment Matrix</i> ) + ocena zarządzania energią ( <i>Energy Management Assessment</i> ) (CarbonTrust, 2011, 2015) | 1) zaangażowanie kierownictwa<br>2) zgodność z regulacjami<br>3) zamówienia i inwestycje<br>4) system informacji energetycznej<br>5) kultura i komunikacja<br>PDCA | 1) polityka energetyczna<br>2) strategia energetyczna<br>3) zgodność regulacyjna<br>4) polityka zamówień<br>5) polityka inwestycyjna   | 5 (0–4) dla matrycy dla oceny 0%–100%                                       | brak ścieżek osiągania dojrzałości<br>dla organizacji o wysokim zużyciu energii<br>produkcja   |
| EM3 (O'Sullivan, 2012)   | PDCA   | 1) przegląd energetyczny<br>2) wymogi prawne<br>3) rejestr możliwości<br>4) plan działania<br>5) budowanie kompetencji<br>6) świadomość<br>7) komunikacja<br>8) kontrola operacyjna<br>9) zamówienia<br>10) projektowanie<br>11) monitoring<br>12) pomiar i analiza<br>13) ciągłe doskonalenie<br>14) audyt wewnętrzny | 5 poziomów: wschodzący zdefiniowany zintegrowany optymalizowany innowacyjny | połączenie podejścia cyklu Deminga oraz ISO 50001<br>63 podkategorie<br>dedykowany dla organizacji dążących do implementacji standardu ISO 50001<br>dla organizacji o wysokim zużyciu energii<br>produkcja |

|   |   |   |  |  |
|---|---|---|--|--|
| <p><i>Energy Management Maturity Model</i></p> <p>model dojrzałości w zarządzaniu energią (Antunes i in., 2014)</p> | <p>PDCA</p>                                 | <p>15) zarządzanie<br/>16) regulacje<br/>17) zasoby i władza</p> <p>1) przegląd energetyczny<br/>2) benchmarking<br/>3) identyfikacja możliwości<br/>4) zaangażowanie kierownictwa<br/>5) role w zarządzaniu energią<br/>6) polityka energetyczna<br/>7) cele i zadania<br/>8) wskaźniki efektywności energetycznej<br/>9) plan działania<br/>10) zgodność z przepisami<br/>11) inwestycja<br/>12) zamówienia<br/>13) szkolenie<br/>14) komunikacja<br/>15) dokumentacja<br/>16) pomiary<br/>17) monitorowanie i analiza<br/>18) audyt programu<br/>19) zarządzanie</p> | <p>5 poziomów:<br/>zapoczątkowany<br/>zaplanowany<br/>wdrożony<br/>monitorowany<br/>udoskonalany</p> | <p>dedykowany dla dużych organizacji dążących do implementacji standardu ISO 50001</p> <p>dla organizacji o wysokim zużyciu energii</p> <p>produkcja</p> |
| <p>model dojrzałości w zarządzaniu energią</p>  | <p>1) świadomość, wiedza i umiejętności</p> | <p>1) wiedza o strukturze energii zużycia</p>   | <p>5 poziomów:<br/>wstępny</p>   | <p>oparty na ISO 50001 dla organizacji o wysokim</p>   |

**Tabela 1.2** (cd.)

| 1   | 2  | 3   | 4   | 5   |
|---|--|---|---|---|
| <p>(Energy Management Maturity Model) (Introna i in., 2014)</p> | <p>2) zarządzanie wydajnością energetyczną i system informacyjny<br/>           3) struktura organizacyjna<br/>           4) strategia i dostosowanie<br/>           5) podejście metodologiczne</p> | <p>2) analityczne techniki<br/>           3) systemy techniczne<br/>           4) metody finansowe<br/>           5) zarządzanie projektami<br/>           6) procedury w formie udokumentowanej<br/>           7) wymogi prawne<br/>           8) wydajność energetyczna, zarządzanie i system informatyczny<br/>           9) system informatyczny<br/>           10) technologia<br/>           11) metodologia<br/>           12) integracja<br/>           13) zespół i menadżer ds. energii<br/>           14) wsparcie kierownictwa<br/>           15) wspólna polityka energetyczna<br/>           16) definicja wymiernych celów i wskaźników wykonania<br/>           17) projekty energetyczne (w oparciu o audyty energetyczne)</p> | <p>sporadyczny zaprojektowany zarządzany optymalizowany</p> | <p>zużyciu energii<br/>           produkcja<br/>           PDCA</p> |

|   |             |   |   |   |
|---|-------------|---|---|---|
| <p>model dojrzałości w zarządzaniu energią<br/>(<i>Energy Management Maturity Model</i>)<br/>(Jovanović, Filipović, 2016)</p> | <p>PDCA</p> | <p>18) kompleksowy system zarządzania energią<br/>19) struktura organizacyjna<br/>20) strategia i dopasowanie<br/>21) podejście metodologiczne</p> <p>1) zaangażowanie kierownictwa<br/>2) menadżer ds. energii<br/>3) polityka energetyczna<br/>4) planowanie energetyczne<br/>5) zgodność z prawem<br/>6) przegląd energetyczny<br/>7) sytuacja wyjściowa w zakresie energii<br/>8) wskaźniki wydajności<br/>9) plany energetyczne<br/>10) implementacja<br/>11) zaangażowanie pracowników<br/>12) komunikacja wewnętrzna/zewnętrzna<br/>13) zarządzanie dokumentacją i dokumentacją energetyczną<br/>14) kontrola działań operacyjnych</p> | <p>5 poziomów:<br/>wstępny<br/>zarządzany ze wskaźnikami ilościowymi<br/>optymalizowany</p> | <p>połączenie modelu dojrzałości oraz ISO 50001</p> <p>ustalone poziomy dojrzałości wykraczają poza wymagania ISO 50001</p> <p>dla organizacji o wysokim zużyciu energii</p> <p>produkcja</p> |
|---|-------------|---|---|---|



**Tabela 1.2 (cd.)**

| 1  | 2           | 3   | 4  | 5  |
|--|-------------|---|--|--|
| <p><i>Energy and Utility Management Model</i> (Ngai i in., 2013)</p> |             | <p>15) monitorowanie zamówień pod kątem efektywności energetycznej<br/>                     16) pomiary i analizy<br/>                     17) audyt wewnętrzny<br/>                     18) działania zapobiegawcze<br/>                     19) przeglądy zarządzania energią</p> <p>fazy dojrzałości:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ustanowienie praktyki zarządzania energią,</li> <li>• standaryzacja praktyk</li> <li>• strategiczne zarządzanie efektywnością</li> <li>• ciągłe doskonalenie</li> </ul> | <p>5 poziomów:<br/>                     wstępny zarządzany zdefiniowany zarządzany ze wskaźnikami ilościowymi optymalizowany</p> | <p>model ten nie jest narzędziem służącym do analizy stopnia dojrzałości, a opisanym różnymi fazami, przez które organizacja będzie przechodzić w trakcie ewolucji zarządzania energią</p> |
| <p>Thiede i in., 2013</p>  | <p>PDCA</p> | <p>Siedmioelementowy proces:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) makroanaliza</li> <li>2) budowa portfolio w celu określenia grup docelowych</li> <li>3) opracowanie strategii pomiaru</li> <li>4) analiza profili konsumpcji</li> </ol>  | <p>brak</p>  | <p>nie tyle model dojrzałości, co koncepcja udoskonalania zarządzania wykorzystaniem energii<br/>                     SME przedsiębiorstwa produkcyjne</p>                                 |

|  |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|
| <p>model dojrzałości w zarządzaniu energią<br/>(<i>Energy Management Maturity Model EM<sup>3</sup></i>)<br/>(Finnerty i in., 2017)</p> | <p>kluczowe obszary podzielone na:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• korporacyjne</li> <li>• pojedynczej organizacji</li> <li>• benchmarkingu na tle innych</li> <li>• kompleksowy model: opisowy – zawiera kryteria oceny dojrzałości zarządzania energią i ocenia status każdego obiektu, sieci</li> <li>• nakazowy – poprzez wdrożenie ram oceny i ścieżki ciągłego doskonalenia,</li> <li>• porównawczy – włączenie analizy porównawczej z dużą bazą danych ze wewnątrznych organizacji</li> </ul> | <p>5) identyfikacja potencjalnych działań<br/>6) ocena działań<br/>7) wdrożenie działań</p> <p>dla każdego miejsca w sieci, ciągłe doskonalenie mapa drogowa jest przedstawiana za pomocą dwóch elementów:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• pracowanie zindywidualizowanej analizy mocnych i słabych stron, szans i zagrożeń (SWOT), w ramach czego dokonuje się analizy porównawczej każdego z tych elementów</li> <li>• podejście PDCA, w którym mniej zaawansowane elementy muszą zostać dopracowane przed rozpoczęciem działań na rzecz wyższego poziomu</li> </ul> | <p>5 poziomów:<br/>brak lub minimalny wschodzący rozwijający zaawansowany wiodący</p> | <p>PDCA<br/>SWOT</p> <p>wielozakładowe korporacje przemysłowe</p> |
|--|---|---|---|---|

Tabela 1.2 (cd.)

| 1                   | 2                                   | 3  | 4    | 5  |
|---------------------|-------------------------------------|--|------|--|
| Pappeti i in., 2017 | dane wejściowe<br>procesy<br>wyniki | model top-down: <ul style="list-style-type: none"> <li>• mapowanie i klasyfikacja linii produkcyjnych i urządzeń</li> <li>• monitorowanie zużycia energii</li> <li>• klasyfikacja procesów i urządzeń</li> <li>• klasyfikacja produktów</li> <li>• estymacja zużycia energii</li> <li>• identyfikacja zakresów wymagających innowacji</li> </ul> | brak | metoda oparta na koncepcji zrównoważonego rozwoju, innowacji i podejścia Lean<br><br>przedsiębiorstwo produkcyjne, w którym zarządzanie wykorzystaniem energii jest elementem optymalizacji innych zasobów środowiskowych w procesach produkcji<br><br>uniwersalna dla każdego typu wielkości firmy produkcyjnej |

**Źródło:** opracowanie na podstawie Prashar, 2017a, 2017b; Finnerty i in., 2017; Thiede i in., 2013; Papetti, Marilungo, Gregori, Germani, 2017.

Proponowane modele różnią się wymiarami, działaniami czy liczbą poziomów dojrzałości, a także zakresem. Na przykład model zaproponowany przez Antunes i in. (tab. 1.2, poz. 3) określa ramy i kluczowe obszary oceny, model dojrzałości w zarządzaniu energią zaproponowany przez Introna i in. (tab. 1.2, poz. 4) proponuje natomiast kwestionariusz i procesy, które muszą zostać wdrożone w celu oceny dojrzałości zarządzania energią w organizacji. Z kolei model opracowany przez Jovanović i Filipović (tab. 1.2, poz. 5) jest silnie powiązany z działaniami ISO 50001.

Modele dojrzałości zarządzania energią pozwalają organizacjom na ocenę poziomu dojrzałości w odniesieniu do z góry określonego zestawu parametrów, umożliwiających przeprowadzenie benchmarkingu oraz ciągle doskonalenie (Finnerty i in., 2017). Implementacja wybranego modelu dojrzałości zarządzania energią z natury zapewnia ścieżkę postępu od najniższego do najwyższego poziomu dojrzałości, co odpowiada efektowi poprawy wynikającemu z przyjęcia strategii i wdrożenia działań na rzecz EE (Finnerty i in., 2017). Narzędziami wspierającymi proces racjonalizacji zużycia energii mogą być systemy zarządzania energią (SZE, ang. *Energy Management System*, EnMS).

Podsumowując rozważania w tym rozdziale, można zauważyć, iż do najczęściej wymienianych w literaturze czynników mających wpływ na działania związane z efektywnością energetyczną w organizacji należą: uznanie EE za strategiczny obszar obniżania kosztów, dostępne systemy wsparcia, struktura organizacyjna firmy wraz z określeniem ról i obowiązków w zakresie zarządzania energią, stosowane praktyki w zakresie procesów zaopatrzeniowych, w tym uwzględnienie w praktykach biznesowych, dotyczących produkcji i zamówienia, elementów związanych z EE. Mimo ogromnego potencjału w zakresie efektywności energetycznej oraz wielu prowadzonych badań i projektów potencjał przedsiębiorstw sektora MŚP w tym zakresie nadal pozostaje niewykorzystany. Brak jest zarówno wdrożeń na dużą skalę, wśród samych przedsiębiorstw, jak i wykorzystania ofert zewnętrznych dostawców usług energetycznych.



# Rozdział 2

## Wpływ cyfryzacji na efektywność energetyczną

### 2.1. Wpływ cyfryzacji na modele biznesowe firm sektora energetycznego

Oprócz zmian deregulacyjnych rynku energii obserwowalnym nurtem transformacji energetycznej jest szeroka digitalizacja.

Interesariuszami w nowym systemie elektroenergetycznym, na których wpływ ma digitalizacja biznesu, są grupy nie tylko uczestniczące w łańcuchu wartości (wytwórcy, operatorzy przesyłu, operatorzy rynku energii, dystrybutorzy, odbiorcy, prosumenci), ale też grupy z otoczenia społeczno-prawno-gospodarczego.

Cyfrowa transformacja energetyczna pomaga operatorom systemów w podejmowaniu racjonalnych decyzji, a klientom w uzyskaniu codziennych korzyści i usług o wartości dodanej, wspomagając tworzenie nowych modeli biznesowych. W literaturze opisane zostały ogólne procesy tworzenia cyfrowych modeli biznesowych oraz charakterystyka podstawowych funkcji w sektorze energetycznym, budowanych na podstawie m.in. Business Model Canvas dla transformacji cyfrowej i obszarów działania (Rodríguez-Molina i in., 2014) oraz dokładne analizy studiów przypadków, w tym z obszaru Polski, np. w: Brzóška, Krannich (2016). Szukając inspiracji, firmy sektora energetycznego podążają za firmami z innych sektorów, które zapoczątkowały pierwszą falę cyfrowej transformacji, poszerzają ofertę rynkową o szereg nowych usług. Agencja Longitude badała potencjał ogólnego zastosowania nowych modeli biznesowych w energetyce, w tym modele oparte na podaży (np. nowe usługi dystrybucyjne) oraz modele usługowe (zupełnie nowe usługi dla konsumentów). Prawie połowa respondentów – przedstawicieli kierownictwa wyższego

szczebla – wskazała na model podażowy jako posiadający największy potencjał dla rozwoju działalności, natomiast nieco ponad 1/4 wskazała na nowe modele usługowe (Christophe, 2019). W Polsce J. Popczyk (w: Gajewski, Paprocki, Pieriegud, 2016) zaproponował, że usługi systemowe nowego modelu rynku energii powinny objąć:

- masową modernizację oświetlenia,
- energetykę solarną (PV),
- usługi DSM/DSR,
- usługi szybkiej rezerwy (rezerwy zimnej do krótkotrwałego wykorzystania),
- usługi rezerwy o długim czasie dostępu (do wykorzystania w stanach przewlekłych deficytów mocy),
- efektywność elektroenergetyczną w przemyśle (w oparciu o przyjęte oszacowanie, iż w przemyśle działania bezinwestycyjne i inwestycje w efektywność popytową o czasie zwrotu kapitału poniżej dwóch lat – czyli około pięciokrotnie mniejszym niż okres zwrotu kapitału w źródła wytwórcze – umożliwiają redukcję zapotrzebowania na energię elektryczną wynoszącą około 20%),
- kogenerację gazową (w przemyśle, a także dotyczącą budynków),
- rewitalizację bloków węglowych klasy 200 MW,
- rolnictwo energetyczne i energetykę wiatrową,
- taryfy dynamiczne i zmiany płatnika opłaty przesyłowej,
- inteligentną infrastrukturę do zarządzania energetyką,
- transfery paliwowe, z rynków ciepła i transportowego.

W raporcie ATKearney zaproponowane zostały usługi związane z wprowadzeniem inteligentnych technologii energetycznych, wśród których do najważniejszych zaliczono te związane z cyfryzacją (ATKearney, 2013):

- automatyczne wykrywanie uszkodzeń i błędów w działaniu sieci – co prowadzi do skrócenia czasu naprawy i zwiększenia niezawodności pracy systemu;
- alarmy energetyczne – jest to personalizowana usługa pozwalająca na komunikację z odbiorcą w przypadku zdarzeń takich jak: przekroczenie limitu taryfy, nadmierne zużycie energii, nadchodzące zakłócenia w działaniu sieci itp.;
- panel informacyjny dla odbiorcy – aplikacja pozwalająca na analizowanie danych dotyczących historii zużycia energii, prowadzenia

- analiz porównawczych z użytkownikami o podobnych profilach i zawierająca porady na temat sposobów redukcji zużycia energii;
- programy do zarządzania popytem na energię i odpowiedzi strony popytowej oraz programy do automatycznego wyłączania urządzeń – usługa pozwalająca na zdalne wyłączanie przez dostawcę/operatora sieci urządzenia po stronie odbiorcy, np. w godzinach szczytu;
  - usługi inteligentnego budynku, pozwalające na automatyzację i zdalne zarządzanie zużyciem energii i sterowanie urządzeniami;
  - przyłączanie rozsianych źródeł energii – usługa pozwala na zainstalowanie rozproszonego źródła energii;
  - usługi świadczone przez firmy typu ESCO – usługi doradztwa konsumentom w zakresie obniżania kosztów energii elektrycznej. Wprowadzenie nowych inteligentnych technologii energetycznych umożliwia zwiększenie skuteczności tego typu usług;
  - sprzedaż produktów i usług innych spoza energetyki (ubezpieczenia, telekomunikacja);
  - usługi finansowe – pozwalające na dostarczenie usług bankowych i usług związanych z uwierzytelnieniem klienta.

Jedną z idei Inteligentnych Sieci jest umożliwienie projektowania i wprowadzania nowych usług szybciej mniejszym kosztem. W ten sposób zachodzi zmiana w dotychczasowej relacji pomiędzy odbiorcą energii a jej dostawcą. Wykorzystując nowe modele biznesowe, np. w ramach dostępnych abonamentów, operatorzy innych firm, np. telekomunikacyjnych, oferują usługi dodatkowe, np. związane z rozrywką. Podobne rozwiązania mogą zastosować dostawcy energii. Liczniki typu smart mogą być wykorzystywane do rozliczania wielu mediów energii, wody, TV i telefonu. W takim modelu biznesowym zysk dostawcy energii zależeć będzie od katalogu usług i skuteczności pozyskiwania klientów tych usług. Dysponując danymi, można na podstawie charakterystyki obciążenia odbiorcy wywnioskować o stanie posiadanego przez niego urządzenia i proponować usługi naprawy lub leasingu nowego. W przypadku klientów płacących zgodnie z zasadą pay per use, w tym klientów przemysłowych korzystających z własnych źródeł energii, istnieje większa anonimowość, ponieważ ten model wykorzystuje zdecydowanie mniej danych. Dostawcy energii mogliby sprzedać lub wdzierżawiać swoje instalacje i w ten sposób oferować firmom wartość dodaną. Zmiany związane z nowymi modelami obserwowane są wśród polskich



dostawców energii, którzy oferują coraz szerszy zakres usług poza podstawowym produktem sprzedaży, jakim jest energia (Pamuła, 2016b).

Rozwój usług i modeli biznesowych wykorzystujących nowe technologie i cyfryzację jest filarem inteligentnych sieci elektroenergetycznych. Europejska platforma technologiczna Smart Grids utworzyła grupę zadaniową ds. energii cyfrowej, której celem było określenie nowych usług i opracowanie przypadków wykorzystania oraz korzyści płynących z cyfrowej transformacji systemu energetycznego. Zgodnie z sugestiami grupy do przekształcenia sektora energetycznego potrzebne są zmiany w zakresie (Chebbo, van Hove, Hatziaargyriou, 2016):

- budowania nowych modeli biznesowych przez ponowne ukształtowanie procesów biznesowych skoncentrowanych na kliencie,
- uznania IT za platformę wzrostu i innowacji,
- umożliwienia proliferacji rozwiązań cyfrowych w całym łańcuchu wartości poprzez wdrożenie wysokich standardów bezpieczeństwa.

Cyfrowa transformacja gospodarki jest dynamicznie rozwijającym się trendem. Istotnym zagadnieniem wydaje się zatem wpływ cyfryzacji na zużycie energii. Langea, Pohlc i Santariususa (2020) w swoich badaniach zbadali cztery główne efekty cyfryzacji:

- 1) bezpośrednie skutki dla produkcji, użytkowania i utylizacji technologii informacyjno-komunikacyjnych,
- 2) wzrost efektywności energetycznej wynikający z cyfryzacji,
- 3) wzrost gospodarczy spowodowany wzrostem siły roboczej oraz produktywności energii,
- 4) wzrost serwityzacji w wyniku rozwoju usług ICT.

Wyniki ich badań wskazują, iż efekty związane z bezpośrednimi skutkami dla produkcji (1) i wzrostu gospodarczego (3) mają tendencję do zwiększania zużycia energii, a efekty wzrostu EE z tytułu cyfryzacji (2) i serwityzacji związanej z ICT (4) mają tendencję do jej zmniejszania, przy czym dwa pierwsze przeważają. Ogólnie zatem cyfryzacja prowadzi do zwiększenia zużycia energii. Otrzymane wyniki autorzy badania wyjaśniają spostrzeżeniami z obszaru ekonomii ekologicznej, wskazując, że (Langea i in., 2020):

- kapitał fizyczny i energia uzupełniają się w sektorze ICT,
- wzrost efektywności energetycznej prowadzi do efektu odbicia,
- ICT nie mogą rozwiązać problemu oddzielenia wzrostu gospodarczego wynikającego z zarządzania zużyciem energii,

- usługi ICT są stosunkowo energochłonne, zatem przewyższają koszty produkcji sprzed okresu wprowadzenia.

Konkluzja badań, które przeprowadzili Langea i in. (2020), prowadzi do stwierdzenia, iż w przyszłości cyfryzacja może dawać pozytywne efekty w zakresie zużycia energii tylko wtedy, gdy będzie sprzyjała efektom wzrostu EE i większej serwityzacji (2 i 4), bez promowania efektów bezpośrednich skutków korzystania z ICT i wzrostu siły roboczej (1 i 3).

Dwa ze zidentyfikowanych obszarów bezpośrednio wskazują na potencjalne korzyści płynące ze stosowania działań na rzecz efektywności energetycznej: wynikająca z digitalizacji możliwość szerokiego udziału klientów w rynku energii (w tym możliwość zarządzania ich profilami zużycia) oraz ściślejsza współpraca pomiędzy partnerami rynku energii (dostawcami, agregatorami).

## 2.2. Technologie cyfrowe w sektorze energetycznym

Technologie cyfrowe w sektorze energetycznym pojawiły się stosunkowo wcześniej. W latach siedemdziesiątych XX w. przedsiębiorstwa energetyczne były pionierami w dziedzinie technologii cyfrowych, wykorzystującymi nowe technologie w celu ułatwienia zarządzania siecią i wspomagania procesów jej eksploatacji. Koncerny naftowe i gazowe od dawna stosują technologie cyfrowe w celu usprawnienia procesu podejmowania decyzji dotyczących aktywów poszukiwawczych i wydobywczych, w tym zbiorników i rurociągów. Obecnie cyfrowe dane i ich analiza mogą obniżyć koszty systemu elektroenergetycznego między innymi przez:

- zmniejszenie kosztów eksploatacji i konserwacji,
- poprawę wydajności elektrowni i sieci,
- ograniczenie nieplanowanych przestoju i przestoju,
- wydłużenie okresu eksploatacji aktywów.

Potencjał, jaki oferuje cyfryzacja, ze względu na masowość użytkowania energii jest ogromny. Szacuje się, że łączne oszczędności wynikające z zastosowania środków udostępnionych drogą cyfrową mogłyby wynieść około 80 mld dolarów rocznie, w latach 2016–2040, co oznacza około 5% całkowitych rocznych kosztów wytwarzania energii elektrycznej w oparciu o zwiększone globalne zastosowanie dostępnych technologii cyfrowych we

wszystkich elektrowniach i infrastrukturze sieciowej (IEA, 2017). Obniżenie kosztów eksploatacji i utrzymania dzięki cyfrowej analizie przekłada się na obniżenie kosztów ponoszonych przez właścicieli elektrowni i sieci, a ostatecznie na cenę energii elektrycznej dla użytkowników końcowych. Do 2040 r. pięcioprocentowa redukcja kosztów, osiągnięta dzięki cyfryzacji, mogłaby przynieść przedsiębiorstwom, a docelowo konsumentom, oszczędności rzędu średnio blisko 20 mld dolarów rocznie (IEA, 2017).

Dane cyfrowe i analityka mogą pomóc w osiągnięciu większej wydajności również dzięki lepszemu planowaniu, lepszej wydajności spalania w elektrowniach i niższym wskaźnikom strat w sieciach, a także dzięki udoskonaleniu procesów projektowania w całym systemie energetycznym. W sieciach elektroenergetycznych wzrost wydajności można osiągnąć również poprzez obniżenie tempa strat w dostawie energii do odbiorców, na przykład przez zdalne monitorowanie, które pozwala na bardziej wydajną eksploatację urządzeń i zbliżenie ich do optymalnych warunków, a także lepsze zarządzanie przez operatorów sieci, przepływami i wąskimi gardłami (IEA, 2017).

Bardzo istotnym obszarem, w którym cyfrowe dane i analityka mają wpływ na funkcjonowanie systemu, jest ograniczenie awarii i przerw w dostawie energii. Odpowiednie inteligentne algorytmy mogą zmniejszyć częstotliwość nieplanowanych przerw w dostawie energii dzięki lepszemu monitorowaniu i konserwacji predykcyjnej, a także ograniczyć czas trwania awarii poprzez szybką identyfikację miejsca jej powstania. Ten rodzaj cyfryzacji zmniejsza koszty i zwiększa odporność oraz niezawodność dostaw (IEA, 2017).

Raport IEA zwraca uwagę na to, iż w dłuższej perspektywie jedną z najważniejszych potencjalnych korzyści cyfryzacji w sektorze elektroenergetycznym będzie wydłużenie okresu eksploatacji elektrowni i elementów sieci przez poprawę konserwacji i zmniejszenie obciążeń fizycznych urządzeń. Na przykład, gdyby żywotność wszystkich aktywów energetycznych na świecie wydłużyła się o pięć lat, blisko 1,3 bln dolarów łącznych inwestycji mogłoby zostać odroczone na lata 2016–2040. Średnio inwestycje w elektrownie zmniejszyłyby się o 34 mld dolarów rocznie, a w sieci o 20 mld dolarów rocznie (IEA, 2017).

Największym potencjałem transformacyjnym, dzięki digitalizacji, jest jednak zdolność do przełamywania granic między sektorami energetycznymi, zwiększania elastyczności i umożliwiania integracji całych systemów. Jak wskazano w rozdziale pierwszym, w centrum tej transformacji

znajduje się sektor energii elektrycznej, w którym cyfryzacja zaciera granice między wytwarzaniem a zużyciem, a także umożliwia wykorzystanie powiązanych ze sobą możliwości w zakresie:

- 1) inteligentnego reagowania na zapotrzebowanie,
- 2) integracji odnawialnych źródeł energii,
- 3) wdrożenia systemu inteligentnego ładowania pojazdów elektrycznych,
- 4) pojawienia się rozproszonych zasobów energii elektrycznej na małą skalę, takich jak domowe ogniwa fotowoltaiczne.

Wymienione obszary są wzajemnie powiązane, ponieważ reagowanie na popyt będzie miało decydujące znaczenie dla zapewnienia elastyczności, niezbędnej do zintegrowania większej ilości energii elektrycznej, wytwarzanej ze zmiennych źródeł odnawialnych.

Raport podkreśla, że aktywne zarządzanie popytem na energię i rola reakcji strony popytowej mogłyby zapewnić elastyczności systemu na poziomie 185 GW, co odpowiada w przybliżeniu łącznej mocy zainstalowanej obecnie w Australii i we Włoszech. Pozwoliłoby to na zaoszczędzenie 270 mld dolarów na inwestycjach w nową infrastrukturę elektryczną, które w przeciwnym razie byłyby potrzebne. W samym tylko sektorze mieszkaniowym miliardy inteligentnych urządzeń mogłyby aktywnie uczestniczyć w połączonych systemach elektroenergetycznych, umożliwiając gospodarstwom domowym i urządzeniom dokonywanie zmian podczas pobierania energii elektrycznej z sieci (IEA, 2017).

Digitalizacja może ułatwić rozwój rozproszonych źródeł energii, takich jak domowe panele fotowoltaiczne i magazynowanie, poprzez tworzenie lepszych narzędzi kontroli oraz ułatwianie producentom magazynowania i sprzedaży nadwyżki energii elektrycznej do sieci. Nowe rozwiązania, takie jak blockchain, mogą ułatwić handel energią elektryczną w ramach lokalnych społeczności energetycznych w systemie peer-to-peer (Mengelkamp, Notheisen, Beer, Dauer, Weinhardt, 2018).

Nowe narzędzia cyfrowe mogą również wspierać zrównoważony rozwój za pomocą satelitów służących do weryfikacji emisji gazów cieplarnianych oraz technologii umożliwiających śledzenie zanieczyszczenia powietrza. Bardziej precyzyjny system śledzenia i rozliczania ma zasadnicze znaczenie dla systemów weryfikacji oraz dla zapewnienia integralności systemów certyfikacji emisji dwutlenku węgla, takich jak rynki emisji dwutlenku węgla. Technologia ta jest złożona, a wystrzeliwanie satelitów jest kosztowne i trudne do zaplanowania, ale do 2030 r. kilka satelitów będzie

tworzyć wspólną flotę stacji monitorujących wspólnych dla kilku agencji kosmicznych (IEA, 2017).

Cyfryzacja przynosi także korzyści konkretnym technologiom czystej energii, takim jak wychwytywanie i składowanie dwutlenku węgla. Zastosowania technologii cyfrowej w zakresie wychwytywania dwutlenku węgla mają podobny charakter i przynoszą korzyści, tak jak cyfryzacja w przemyśle i energetyce. W szczególności optymalizacja procesów kontroli za pomocą automatyzacji oraz udoskonalenia gromadzenia i analizy danych prawdopodobnie przyczyni się do zmniejszenia kosztów ogólnych.

### **2.3. Wpływ technologii cyfrowych na efektywność energetyczną w sektorach końcowego wykorzystania energii**

Kontrola i automatyzacja procesów w przedsiębiorstwach, zwłaszcza w przemyśle ciężkim, to rozwiązania stosowane od lat w celu maksymalizacji jakości i wydajności. Zwykle przy ich wykorzystywaniu jednym z optymalizowanych czynników jest zużycie energii. Znaczne oszczędności energii można osiągnąć dzięki zaawansowanym kontrolom procesów oraz połączeniu inteligentnych czujników i analizy danych w celu przewidywania awarii urządzeń. Technologie cyfrowe mają również wpływ na sposób wytwarzania produktów. Wdrożenie koncepcji Przemysłu 4.0 sprawi, że niektóre technologie cyfrowe mogą mieć daleko idące skutki dla zużycia energii w niektórych obszarach, zwłaszcza przy ich jednoczesnym stosowaniu.

Technologie takie jak roboty przemysłowe i druk 3D stają się standardową praktyką w niektórych zastosowaniach przemysłowych. Druk 3D może wytwarzać produkty w trybie „warstwa po warstwie”, na żądanie i bezpośrednio z cyfrowych plików, co w porównaniu z konwencjonalną produkcją pozwala na skrócenie czasu realizacji zamówienia, zmniejszenie ilości złomu, niższe koszty magazynowe, mniejszą złożoność produkcji, mniejszą powierzchnię użytkową oraz możliwość dostarczania wyprodukowanych elementów o skomplikowanych kształtach i geometrii. Może przynieść znaczne oszczędności energii i zasobów przy odpowiednich

warunkach. Podobny efekt ma zastosowanie robotów przemysłowych, których liczba będzie nadal szybko rosła. Technologie te stanowią jeden z elementów prowadzących do zwiększenia dokładności i zmniejszenia ilości odpadów przemysłowych, wpływając tym samym na poprawę efektywności energetycznej (IEA, 2017). Technologie mogą też zmniejszyć energochłonność dostarczania towarów i usług, ale niektóre z nich mogą również wywołać efekt odbicia, który zwiększa ogólne zużycie energii. Wielkość potencjalnych skutków i związanych z nimi barier jest bardzo zróżnicowana, w zależności od konkretnego zastosowania (IEA, 2017).

Zużycie energii w przemyśle stanowi około 38% globalnego końcowego zużycia energii i 24% całkowitej emisji dwutlenku węgla. W związku ze spodziewanym stałym rozwojem produkcji przemysłowej wartość digitalizacji w zakresie poprawy efektywności wykorzystania energii i materiałów będzie stale wzrastać i stanowić ważny czynnik ekonomiczny w decyzjach organizacji.

Z kolei zużycie energii w budynkach stanowi ponad 50% globalnego zapotrzebowania na energię elektryczną. Wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną w budynkach był szczególnie szybki od końca XX w., odpowiadając za prawie 60% całkowitego wzrostu globalnego zużycia energii elektrycznej (IEA, 2017). Również w tym obszarze digitalizacja, w tym inteligentne termostaty i inteligentne oświetlenie, są w stanie zmniejszyć całkowite zużycie energii (np. w budynkach mieszkalnych i handlowych w latach 2017–2040 nawet o 10% przy założeniu ograniczonego efektu odbicia zapotrzebowania konsumentów na energię) (IEA, 2017). Możliwość zarządzania popytem na energię sprawia, iż jest ona używana w odpowiednim czasie i miejscu, np. przez poprawę zdolności reagowania na sygnały (zastosowanie czujników oświetlenia) i przewidywalność w odniesieniu do zachowań użytkowników (uczenie się algorytmów automatycznego programowania usług ogrzewania czy klimatyzacji).

Umożliwienie reagowania na zapotrzebowanie w celu zmniejszenia obciążenia szczytowego (np. przesunięcia czasu użytkowania urządzenia) w odpowiedzi na sygnały o cenach energii oraz magazynowania energii pozwoliłoby właścicielom małych firm na optymalizowanie kosztów energii. W sektorze MŚP zwłaszcza małe firmy prowadzą działalność w wynajętych pomieszczeniach, w takich przypadkach istotne byłoby zawarcie odpowiednich klauzul w umowach, aby stały się one bodźcem dla działań.

## 2.4. Obszary cyfryzacji i zastosowania nowych technologii w elektroenergetyce

Rozwój inteligentnych sieci elektroenergetycznych i transformacja sektora energetycznego sprawiają, iż pojawia się szereg nowych, do tej pory nieistniejących, rozwiązań. Nowe technologie stanowią bazę systemu inteligentnej sieci elektroenergetycznej. Technologie Big Data i Machine Learning są wykorzystywane do optymalizowania procesów wewnątrz organizacji i w kontaktach z partnerami i klientami, z kolei aplikacje związane z technologią blockchain to jedno z kluczowych rozwiązań w obszarze zarządzania i rozliczania transakcji na rynku energii cen rzeczywistych. Technologia blockchain pozwala redukować koszty poprzez dokonywanie transakcji bez konieczności udziału osób trzecich.

Tabela 2.1. zawiera charakterystykę nowych usług wynikających z cyfryzacji systemu elektroenergetycznego, z określeniem efektów dla efektywności EE i wskazaniem obszarów zastosowania, przygotowaną przez grupę zadaniową europejskiej platformy technologicznej Smart Grids.

Digitalizacja prowadzi nie tylko do zmian obecnego rynku energii elektrycznej w „rynek inteligentny”, ale docelowo ma wspierać rynek peer-to-peer, gdzie transakcje pomiędzy odbiorcami, wytwórcami i prosumentami będą się odbywały w ramach spółdzielni czy społeczności lokalnych (Pamuła, 2013). To podejście wymaga odpowiedniej platformy cyfrowej, która oferuje podstawowe funkcjonalności rynkowe oraz bezpośrednie kanały komunikacji i transakcji pomiędzy udziałowcami rynku.

Literatura naukowa dotycząca znaczenia i wykorzystania aplikacji w cyfryzacji energii jest coraz obszerniejsza. Kategoryzację aplikacji na podstawie przeglądu literatury niemieckiej stworzyli Weigel i Fischedick (2019), proponując podział na grupy związane z poszczególnymi obszarami sektora, głównie z punktu widzenia dystrybutorów i operatorów. Podział ten obejmuje funkcjonalność rozwiązań ICT związaną z trzema głównymi obszarami:

- bilansowaniem pracy nowego systemu inteligentnej sieci,
- zarządzaniem procesami i ich optymalizacją,
- zarządzaniem usługami dla klientów.

**Tabela 2.1.** Korzyści dla efektywności energetycznej z tytułu transformacji cyfrowej w energetyce w wybranych obszarach

| Obszar                             | Opis  | Przykład zastosowania   | Efekty, w tym dla EE  |
|------------------------------------|---|---|---|
| 1<br>Zarządzanie aktywami          | 2<br>nowe modele biznesowe dla struktury generacji przesyłu i dostarczania energii, inteligentne produkty budowanie zaangażowania odbiorców energii dzięki nowym technologiom | 3<br>zapobiegawcza konserwacja urządzeń – pomoc w zarządzaniu cyklem życia urządzeń<br>zarządzanie aktywami z wykorzystaniem chmury obliczeniowej i inteligentnych technologii<br>informacja o stanie urządzeń<br><i>dynamic line rating</i> – rozwiązanie techniczne przesyłu energii elektrycznej mające na celu maksymalizację obciążenia, gdy pozwalają na to warunki otoczenia, bez narazania bezpieczeństwa | 4<br>większe bezpieczeństwo dostaw energii<br>zmniejszenie kosztów operacyjnych i kapitałowych<br>wyższa jakość usług<br>mniejsza ilość incydentów i wyłączeń zasilania dzięki śledzeniu on-line stanu urządzeń |
| Planowanie i nadzór na pracą sieci | wsparcie cyfrowe planowania i zarządzania siecią<br>inteligentne zarządzanie operacjami, dzięki połączeniu IT i IoT oraz wykorzystaniu technologii big data                   | planowanie rozwoju sieci elektroenergetycznej<br>rekonfiguracja sieci inteligentnej zgodnie z zapotrzebowaniem na energię   | redukcja kosztów planowania<br>zwiększenie udziału rozproszonych i odnawialnych źródeł energii<br>lepsze wykorzystanie sieci elektroenergetycznej   |



**Tabela 2.1** (cd.)

| 1  | 2  | 3   | 4   |
|--|--|---|---|
| Aktywacja odbiorców energii                              | zarządzanie popytem na energię odbiorców końcowych dzięki budowie ich profili                    | analiza danych informacja w czasie rzeczywistym programy DR wyglądanie szczytów zapotrzebowania na energię wpływ na odbiorcy w zakresie korzystania z energii | zwiększenie zużycia czystej energii zmniejszenie opłat za energię efektywne wykorzystanie energii   |
| Bilansowanie popytu i podaży energii                     | platformy i aplikacje pozwalające dostawcom i operatorom na równoważenie popytu i podaży energii | agregacja masowych danych pozyskanych od odbiorców możliwość pracy mikro sieci w systemie wyspowym  | lepsze dopasowanie zapotrzebowania do podaży z różnych nośników energii   |
| Integracja pojazdów elektrycznych i akumulatorów energii | włączenie pojazdów elektrycznych w system sieci elektroenergetycznej                             | V2G (Vehicle to Grid) schematy wykorzystania energii z pojazdów koordynacja wykorzystania energii z pojazdów  | zwiększenie bezpieczeństwa dostaw obniżenie kosztów eksploatacji sieci minimalizacja wystąpień przepięć wyglądanie profili wykorzystania energii  |
| Rozwój rynku i serwisyzacja                              | usługi związane ze sprzedażą i analizą posiadanych danych  | standaryzowane usługi pozwalające na zarządzanie energią i wymianę informacji dla dowolnej grupy użytkowników   | zwiększenie elastyczności w dostępie do rynku energii zarządzanie usługami w inteligentnych budynkach poprawa w zakresie efektywności energetycznej między dystrybutorami a dostawcami energii do odbiorców końcowych |

**Źródło:** Chebbo, van Hove, Hatzigiorgiou, 2016.

**Tabela 2.2.** Funkcjonalność aplikacji cyfrowych w energetyce w wybranych obszarach

| Obszar                     | Grupa  | Funkcjonalność   |
|----------------------------|--|--|
| 1                          | 2  | 3  |
| Bilansowanie pracy systemu | zarządzanie pracą sieci inteligentnej i optymalizacja operacji                                   | monitorowanie pracy<br>optymalizacja wykorzystania środków, w tym źródeł energii<br>zapewnienie komunikacji w inteligentnej sieci elektroenergetycznej   |
|                            | prowadzenie operacji na inteligentnym rynku energii i elastyczne łączenie partnerów oraz zasobów | elastyczne łączenie zapotrzebowania ze źródłami energii<br>wykorzystywanie akumulatorów energii<br>zastosowanie mechanizmu market coupling<br>tworzenie wirtualnych elektrowni<br>zarządzanie programami DSM/DR<br>zarządzanie kontraktami i mikrotransakcjami na rynku energii<br>zarządzanie platformami p2p<br>zarządzanie systemem taryf czasu rzeczywistego |
| Optymalizacja procesów     | wykrywanie anomalii i prowadzenie działań naprawczych oraz proaktywnych dla biznesu              | prognozowanie zapotrzebowania i produkcji energii<br>wykrywanie awarii i potencjalnych awarii oraz ich zdalna naprawa<br>wykorzystanie technologii cyfrowych bliźniaków ( <i>digital twin</i> ) do napraw i diagnozowania infrastruktury<br>analiza zachowań klientów  |
|                            | zarządzanie skutecznością i wydajnością procesów   | zarządzanie przepływem dokumentów elektronicznych<br>szkolenia, w tym z wykorzystaniem technologii VR i AR<br>cyfrowe wspomaganie procesów pracy<br>stosowanie RPA w zakresie prac powtarzalnych np. raportowania<br>integracja procesów wewnętrznych<br>integracja procesów dostawcy energii z systemami partnerów rynku energii                                |

Tabela 2.2 (cd.)

| 1                      | 2  | 3  |
|------------------------|--|--|
| Nastawienie na klienta | inteligentny dom/budynek   | usługi zarządzania inteligentnym budynkiem w czasie rzeczywistym<br>agregacja i dezagregacja zużycia energii przez poszczególne urządzenia, linie lub pomieszczenia<br>wizualizacja danych obrazujących korzystanie z energii<br>optymalizacja działań związanych z efektywnością energetyczną (np. włączanie/wyłączenie)<br>optymalizacja taryf i wykorzystania zasobów odbiorcy/prosumenta<br>usługi wsparcia otoczenia ( <i>ambient assisted living</i> ) dla mieszkańców i pracowników<br>zapewnienie bezpieczeństwa |
|                        | kanały komunikacyjne<br>zaangażowanie, zaufanie, transparentność | digitalizacja komunikacji z użytkownikami poprzez zastosowanie botów<br>automatyczny system naliczania rachunku w czasie rzeczywistym<br>certyfikacja pochodzenia energii<br>udostępnianie danych stronom trzecim na rynku energii   |

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie Weigel i Fischedick, 2019.

Aplikacje dotyczące bilansowania pracy systemu oparte są na technologiach, które dają możliwość przechwytywania, przekazywania i analizy danych w sposób zapewniający bezpieczeństwo. Dzięki zastosowaniu sensorów, cyfrowych jednostek sterujących i połączeń sieciowych z generatorami energii elektrycznej, odbiornikami i jednostkami sieciowymi oraz wykorzystaniu dostępności informacji i możliwości zdalnego sterowania, można w bardziej efektywny sposób kontrolować system i utrzymywać go w stanie równowagi (tj. aktywnie zarządzać popytem i wytwarzaniem, uwzględniając również ograniczenia mocy) (Weigel, Fishedick, 2019).

Szczegółowy opis funkcjonalności w każdej z grup zamieszczono w tabeli 2.2.

Optymalizacja i automatyzacja procesów to kolejny istotny obszar digitalizacji. Technologie automatyzacji procesów i uczenie maszynowe (RPA, *Robotic Process Automation*) pozwalają na zwiększenie efektywności procesów. Poza obszarami biznesowymi, automatyzowanymi podobnie jak w innych organizacjach, specyficzne dla sektora energetycznego mogą być np. działania związane z diagnozowaniem trudno dostępnych urządzeń infrastruktury energetycznej. Analizując pozyskane z urządzeń dane i korzystając z technologii cyfrowych bliźniaków jednostek sprzętowych sieci, można zoptymalizować działania operacyjne i konserwacyjne zgodnie z ogólnymi celami, takimi jak: zwiększenie efektywności energetycznej elektrowni, zmniejszenie zużycia energii lub wydłużenie oczekiwanego okresu eksploatacji

Osobny obszar optymalizacji stanowi integracja procesów w całym łańcuchu wartości, albowiem przyczynia się ona nie tylko do wzrostu wydajności, ale może także prowadzić do wyższej jakości procesów (Weigel, Fishedick, 2019).

Dostawcy energii w tradycyjnym systemie elektroenergetycznym nie przywiązywali dużego znaczenia do relacji z klientami. System gwarantował przypisanie klienta do konkretnego dostawcy w zależności od lokalizacji. Odbiorcy, zwłaszcza z gospodarstw domowych i małych firm usługowych, płacili okresowo za energię rozliczaną w sposób prognozowany. Natomiast bezpośrednia, dwukierunkowa komunikacja ułatwia zastosowanie programów zarządzania stroną popytową nie tylko z punktu widzenia dostawcy energii, ale też odbiorców, nawet na poziomie gospodarstw domowych (Pamuła, 2013).

Zaangażowanie odbiorców końcowych w zarządzanie wykorzystaniem energii i ewolucja z biernego konsumenta w aktywnego prosumenta to nowy paradygmat wymagający nowych aplikacji i komunikacji, ale możliwy do zastosowania dzięki licznikom ułatwiającym dwukierunkową komunikację (Pamuła, 2013). Idea inteligentnych budynków i włączenia aktywnych odbiorców i prosumentów do działań na rynku energii prowadzi do optymalizacji pracy wielu urządzeń, co znacznie zmniejsza zużycie energii, minimalizuje koszty zużywanej energii, a także maksymalizuje przychody z produkcji energii elektrycznej każdej ze stron produkujących energię.

Zaangażowanie odbiorców prowadzi jednocześnie do konieczności tworzenia nowych cyfrowych kanałów interakcji z klientami, takich jak: media społecznościowe, czaty on-line czy samoobsługowe portale internetowe. Tego typu działania nie tylko wpływają na satysfakcję klientów, ponieważ odpowiadają ich oczekiwaniom, ale mogą również obniżać koszty procesów wewnętrznych, zwłaszcza jeśli część interakcji odbywa się za pośrednictwem botów lub portali samoobsługowych. Pozyskiwanie i analiza danych klientów prowadzi do możliwości oferowania kolejnych usług, niekoniecznie związanych z energią.

W grupie tych usług są usługi związane np. z bezpieczeństwem. Dotyczą one z jednej strony bezpieczeństwa danych użytkownika, a z drugiej mogą oferować usługi dodane typu wysyłanie alarmu w razie wykrycia anomalii, np. otwarcia drzwi w czasie nieobecności. Docelowo systemy bezpieczeństwa mogłyby być również zintegrowane z systemem „inteligentnego domu”, oferując usługi bezpiecznego przesyłania danych nie tylko o zużyciu energii, ale także np. przy realizacji płatności on-line (Weigel, Fishedick, 2019).

W porównaniu z propozycją Chebbo (2016) podział zaproponowany przez Weigel i Fishedick (2019) nie uwzględnia e-mobilności. Na rynku niemieckim praktycznie nie jest wykorzystywany system wyspowy, stąd w obszarze tej funkcjonalności brak szczegółowych usług przełączania i zarządzania pracą mikrosieci.

Weigel i Fishedick (2019) dokonali również oceny korzyści wynikających z digitalizacji sektora energetycznego, określając następujące obszary ekonomiczno-środowiskowe, na które ma wpływ implementacja nowych aplikacji:

- stabilność i poprawa pracy systemu poprzez możliwości sterowania i zarządzania systemem rozproszonym łączącym ogromną ilość urządzeń;
- ochrona środowiska dzięki lepszemu wykorzystaniu zasobów, a tym samym ograniczenie emisji gazów cieplarnianych;
- redukcja zapotrzebowania na energię pierwotną i ogólnego zużycia;
- zwiększanie dochodów poprzez opracowywanie nowych modeli biznesowych, produktów/usług;
- uzyskanie dostępu do nowych grup klientów;
- redukcja kosztów w zakresie obniżenia kosztów dostaw energii;
- zaspokojenie potrzeb i oczekiwań klientów (gospodarstw domowych, biznesowych).

Usługi oparte na ICT lub cyfrowe usługi energetyczne oferują możliwości oszczędzania energii (Goldach, Rotaru, Reichert, Stiff, Gözl, 2018) i są stymulatorem zmiany zachowań odbiorców, dzięki funkcji motywacyjnej i informacyjnej.

Dla wielu organizacji, w tym przedsiębiorstw energetycznych, przejście na model biznesowy, zorientowany na usługi cyfrowe systemów energetycznych, jest skomplikowane (Goldbach i in., 2018). Jednym z powodów jest inercja organizacyjna przedsiębiorstw i oczekiwania na doświadczenia innowatorów w tym obszarze. Innym może być fakt, że większość oferty koncentruje się na usługach połączenia ofert elektroenergetycznych i grzewczych, co zawęża docelową grupę zainteresowanych.

## 2.5. Platformy cyfrowe dla efektywności energetycznej

Transformacja energetyczna wyzwała decentralizację produkcji energii, zwłaszcza z zasobów odnawialnych. Ważnym czynnikiem, napędzającym nową dynamikę rozwoju w inteligentnych sieciach elektroenergetycznych są platformy pozwalające na wymianę usług i realizację zwiększonego popytu na przystępne cenowo odnawialne źródła energii i integrację z usługami nowych i rozwijających się branż, takich jak: pojazdy elektryczne, ogrzewanie elektryczne czy rolnictwo wertykalne. Platformy cyfrowe mogą być oparte na sprzęcie i oprogramowaniu, ale w większości

przypadków stanowią połączenie tych elementów w systemy cyberfizyczne, wykorzystujące technologie informacyjno-komunikacyjne.

Źródłem innowacyjności są nie tyle pojedyncze aplikacje, co właśnie platformy, które tworzą powiązania z innymi platformami, budując całe sieci platform, przez co gruntownie zmieniają siłę rynkową uczestników, a także sam proces tworzenia i adaptacji innowacji.

Platformy internetowe przeznaczone są też do wspierania organizacyjnych procesów uczenia się, oferują różne funkcjonalności, takie jak: sieci społecznościowe, zarządzanie treścią, fora, w celu gromadzenia i współdzielenia wiedzy.

Platformy są cyfrowymi przestrzeniami, w których użytkownicy komunikują się i współdziałają ze sobą oraz uzyskują (tymczasowo lub na stałe) dostęp do produktów, usług lub szerzej, „zasobów” dostarczanych przez innych użytkowników indywidualnych lub grupowych albo organizacje. Są rozwiązaniem, które może pomóc w koordynacji i uwolnieniu nowego potencjału efektywności energetycznej i rynku energii.

Modele biznesowe tworzone w oparciu o platformy stanowią podstawę w komunikacji społeczeństwa i gospodarki. Zaprojektowano i udostępniono kilka rodzajów platform wymiany wiedzy, dotyczących EE, inteligentnych społeczności energetycznych i innych kwestii związanych z energią, z których większość łączy podstawowe obszary wykorzystania digitalizacji energii z innymi obszarami inteligentnego miasta, takimi jak: inteligentny transport, inteligentne budynki, inteligentne miejsca pracy. Portale i platformy dotyczące zagadnień ekologicznych stały się też źródłem wiedzy i miejscem do nawiązywania kontaktów biznesowych w obszarze energii i efektywności energetycznej. W przeżywalności tych rozwiązań problem stanowi aktualizacja bazy wiedzy, zwłaszcza gdy portale powstają jako efekty projektów dofinansowywanych. Wiedza jest tworzona i udostępniana na etapie projektu, kiedy interesariusze (naukowcy i biznes) są bardziej zaangażowani we wspólne pomysły, potem portale zwykle „zamierają”, umieszczona i nieaktualizowana baza wiedzy może wprowadzać potencjalnych użytkowników w błąd (Pamuła, 2017).

Termin „platforma” jest stosowany nie tylko do określenia rozwiązań technologicznych odnoszących się do architektury, ale także do określenia rozwiązań organizacyjnych, związanych z jednostkami ułatwiającymi koordynację pomiędzy partnerami, oraz ekonomicznych (Gawer, 2009).

Ekonomiczny aspekt charakterystyki platformy wymaga spełnienia następujących kryteriów (Buchmann, 2017):

- powinna zapewniać możliwość komunikacji lub wymiany pomiędzy różnymi (co najmniej dwoma) użytkownikami lub grupami użytkowników;
- większa liczba użytkowników platformy powinna stanowić o wyższej użyteczności jej usług dla indywidualnego użytkownika;
- komunikacja na platformie powinna przebiegać nie tylko między użytkownikami, ale też z jej dostawcą;
- powinna zapewniać bezpośredni kontakt pomiędzy dwoma stronami (w przeciwieństwie do innych pośredników handlowych);
- powinna zapewniać innowację technologiczną, która pozwala użytkownikom rynku na budowanie nowych, innowacyjnych produktów lub usług na bazie tej innowacji technologicznej;
- konkurencja platformowa nie powinna być procesem twórczej destrukcji, w sensie teorii Schumpetera (większość innowacji platformowych nie tworzy zupełnie nowego produktu), a powinna być środowiskiem, w którym dzięki nowym technologiom pozwala się na łączenie istniejącego produktu z nowymi funkcjami/usługami;
- podstawą dla działania platformy powinny być technologie komunikacyjne i informatyczne. Powinna to być technologia ogólnego przeznaczenia.

Można zatem określić, że z punktu ekonomicznego platforma to rynek, na którym interakcje użytkowników odbywają się przez pośrednika, czyli dostawcę platformy, i podlegają efektom sieciowym (Buchmann, 2017, za: Weiller, Pollitt, 2013). W przeciwieństwie do tradycyjnego rynku lub giełdy handlowej dostawca platformy musi oferować nieodłączną wartość wykraczającą poza prosty proces mediacji dla obu stron rynku. Ta wartość dodana pochodzi zazwyczaj z zastosowanych technologii informatyczno-komunikacyjnych i związanych z nimi innowacji, które zwiększają użyteczność i atrakcyjność platformy dla wszystkich grup użytkowników (Buchmann, 2017, za: Weiller, Pollitt, 2013).

Wyróżnia się dwa dominujące typy platform: platformy wewnętrzne (specyficzne dla firmy) oraz platformy zewnętrzne lub ogólnobranżowe. Gawer i Cusumano (2014) definiują platformy wewnętrzne (firmowe lub produktowe) jako zbiór aktywów zorganizowanych we wspólną strukturę, z których firma może efektywnie rozwijać i wytwarzać strumień



produktów pochodnych, a zewnętrzne (branżowe) jako produkty, usługi lub technologie, które stanowią fundament, na którym zewnętrzni innowatorzy, zorganizowani jako innowacyjny ekosystem biznesowy, mogą opracowywać własne, uzupełniające się produkty, technologie lub usługi.

W sektorze energetycznym nowa era digitalizacji rozpoczyna się wraz z wprowadzeniem inteligentnych liczników, które pozwalają na dostępność danych dla różnych platform. Obecnie można zaobserwować intensywny rozwój przynajmniej dwóch rodzajów platform (Buchmann, 2017):

- platformy reakcji strony popytowej – pozwalające zaangażować odbiorców w zarządzanie wykorzystaniem energii oraz produkcję ze źródeł odnawialnych (ułatwiająca bilansowanie popytu i podaży),
- platformy usług pomocniczych – dające możliwość dostępu do różnych produktów i zaspokojenia różnych potrzeb (np. w zakresie usług pomocniczych, takich jak regulacja napięcia).

Kluczowym elementem staje się potencjał platform umożliwiających wprowadzanie kolejnych innowacji. Rozwój inteligentnych sieci elektroenergetycznych zakłada wzrost liczby rozproszonych źródeł energii, tym samym wzmożone potrzeby tworzenia nowych usług pomocniczych. Platformy powinny zatem ułatwiać tworzenie i oferowanie dodatkowych produktów i usług, które zwiększą użyteczność dla rozproszonych generatorów, agregatorów, operatorów sieci, a także i innych interesariuszy rynków energii. Im większa liczba zaangażowanych użytkowników, np. gospodarstw domowych czy małych firm, tym większe indywidualne korzyści dla każdego z nich. Potencjał rynków platform w kontekście reakcji na popyt wydaje się ogromny (Buchmann, 2017).

Liczne pozycje literaturowe podkreślają nowe możliwości, jakie oferują platformy, aby stworzyć nowe interakcje między partnerami i zmniejszyć koszty wytwarzania i korzystania z energii. Powstające platformy energetyczne oferują zdecentralizowaną wymianę energii z rozproszonych zasobów. Mogą one rejestrować przepływy energii w celu administrowania połączeniami wymiany pomiędzy użytkownikami, opracowywać algorytmy sterujące przepływem energii z i do baterii, a także umożliwiać (na małą skalę) inwestycje w produkcję energii ze źródeł odnawialnych (Kloppenburger, Boekelo, 2019). Platformy mogą optymalizować użycie nie w pełni wykorzystanych aktywów (np. z platformami car sharing) i stworzyć nowe możliwości ekonomiczne dla prosumentów (Kloppenburger, Boekelo, 2019). Platformy współpracy mogą umożliwić społecznościom

odzyskanie kontroli nad lokalnymi zasobami i tworzenie dla nich wartości. Istnieją platformy pozwalające użytkownikowi wybrać prosumenta (lub grupę prosumentów), od którego chcą kupić energię elektryczną. W nowych modelach biznesowych odbiorcom, którzy nie mogą lub nie chcą instalować paneli słonecznych na swoich dachach, oferowana jest możliwość zakupu „ogrodów słonecznych” i odliczenia wartości ich udziałów od rachunków za energię. Kloppenburg i Boekelo (2019) określają takie nowe sposoby zaopatrzenia w energię jako wzrost „platformowego kapitalizmu” i „społeczeństwo platformowe”.

Wiele platform cyfrowych nie zapewnia i nie posiada własnej fizycznej infrastruktury ani aktywów, a jedynie ułatwia zdecentralizowaną, cyfrową wymianę rozproszonych zasobów. Platformy energetyczne mają te same cechy. Wykorzystują środowisko cyfrowe do łączenia użytkowników i ich zasobów. Dostawcy platform energetycznych zwykle nie przejmują mocy wytwórczych, ani sami nie wytwarzają energii, ale ułatwiają transakcje między prosumentami energii a jej odbiorcami, którzy w innym przypadku mieliby trudności we wzajemnych kontaktach (Kloppenburg, Boekelo, 2019).

Różnice pomiędzy powstającymi platformami energetycznymi polegają na relacji z siecią i roli konsumenta. W przypadku relacji z siecią istotna jest możliwość dokonywania wymiany danych za pomocą inteligentnych liczników w celu rejestrowania przepływów energii oraz możliwość sterowania przepływami energii. Drugą cechą odróżniającą jest możliwość podłączenia istniejących źródeł energii (takich jak panele fotowoltaiczne) i ułatwienie podłączania nowych źródeł. Po stronie konsumenta głównym punktem różnicowania jest to, czy platformy umożliwiają indywidualny wybór, czy też pociągają za sobą podporządkowanie się algorytmom przejmującym pewną odpowiedzialność za ruch energetyczny. Uwzględniając powyższe kryteria, Kloppenburg i Boekelo (2019) zdefiniowali, odnosząc się głównie do sektora gospodarstw domowych, trzy typy platform: proweniencyjne, społecznościowe (wspólnotowe) i dostępne. Ich charakterystykę przedstawiono w tabeli 2.3.

**Tabela 2.3.** Typy platform energetycznych

| Typ  | Charakterystyka  |
|--|--|
| <p>Proweniencyjne<br/>(ang. <i>provenance</i>)</p> | <p>Umożliwiają wymianę poprzez rejestrację przepływów energii z wcześniej istniejących (prosumenckich) zasobów.<br/>Konsumenci mają możliwość indywidualnego wyboru, od kogo chcą kupować i (w niektórych przypadkach) komu chcą sprzedawać energię. Niektóre platformy proweniencyjne pozwalają odbiorcom na wybór dostawcy (prosumenta lub małego producenta), od którego chcieliby nabyć energię.<br/>Ważną wartością na takich platformach jest przejrzystość transakcji, ponieważ dla konsumentów ważne jest, by mieć pełny wgląd w pochodzenie energii, czego nie zapewnia (nadal w większości europejski) system zielonych certyfikatów.</p>  |
| <p>Wspólnotowe</p>                                 | <p>Kierują przepływami energii pobieranej ze wspólnej puli (lub „wirtualnej elektrowni”) albo przechowywanej w akumulatorach.<br/>Współpracują z istniejącymi wcześniej zasobami rozproszonymi, a użytkownicy zrzekają się pewnej kontroli nad tymi zasobami na platformie.<br/>Zarządzanie energią służy z góry określonego celowi, który może obejmować zwiększanie autonomii lokalnej społeczności energetycznej, obniżanie cen energii poprzez handel na rynku energii lub świadczenie usług bilansowania sieci.<br/>Zbiorowe zobowiązania dotyczące energii mogą przybierać różne formy: od samowystarczalności po maksymalizację zysków dla inwestorów.</p>  |
| <p>Dostępowe</p>                                   | <p>Umożliwiają konsumentom dokonanie zakupu, a tym samym uzyskanie pewnego rodzaju dostępu do wybranych odnawialnych aktywów, często w oparciu o model finansowania typu crowdfunding.<br/>Użytkownik ma możliwość wyboru konkretnego (zwykle małej skali) projektu np. fotowoltaicznego, aby inwestować we własną produkcję energii słonecznej i za pomocą aplikacji uzyskuje wgląd, w czasie rzeczywistym, w przepływy energii.<br/>Rejestracja przepływu związana jest z gratyfikacją finansową w formie okresowych przekazów pieniężnych lub jako dyskonto rachunku za energię.<br/>Ideą działania do tych platform jest umożliwienie podmiotom, które w przeciwnym razie nie dysponowałyby niezbędnym kapitałem tworzenia nowych miejsc wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych (i czerpania z tego korzyści finansowych).</p> |

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie Kloppenburg, Boekelo, 2019.

Rozwój różnego typu platform niesie za sobą potencjalne konsekwencje dla konsumentów, prosumentów i społeczności, powodując, iż platformy (Kloppenburger, Boekelo, 2019):

- tworzą nowe zbiorowości, a ich algorytmy organizują i strukturyzują ich wymiany,
- handlują energią i przechwytyują jej nową wartość,
- wytwarzają konieczność tworzenia energetyki obywatelskiej.

Platformy umożliwiają swoim „członkom” angażowanie się w działania, które w innym przypadku nie byłyby dla nich dostępne, tworząc grupy użytkowników o określonych preferencjach. Jednocześnie powodują wzmocnienie pozycji, zarówno konsumentów – pod względem możliwości wyboru i przejrzystości, jak i prosumentów – w roli mikrodostawców pozwalając na minimalizację niepewności i ryzyka. Platformy społecznościowe typu peer-to-peer wykorzystują wskaźniki produkcji i zużycia energii w celu algorytmicznego dopasowania podaży i popytu energii. Funkcjonowanie algorytmów i sposoby wykorzystania danych są często nieprzejrzyste dla użytkowników platform, stąd pojawia się pytanie, czy użytkownicy podejmują decyzje, posiadając pełen zakres informacji. Na platformach udostępniany jest pewien schemat ułatwień, ale ich technologie aktywnie pośredniczą i w ten sposób kształtują wymianę między rozproszonymi użytkownikami, co sprawia, że kluczowe znaczenie ma zrozumienie algorytmicznych podstaw zbiorowości i działań, na które pozwalają platformy (Kloppenburger, Boekelo, 2019).

Wskazując na rolę platform w aspekcie ekonomicznym, podnosi się głównie jej cechy w postaci dostępności, otwartości i równości. Analiza badań nad obecnie funkcjonującymi dużymi platformami wskazuje, że w rzeczywistości przyciągają one podobnych uczestników, a kapitał kulturowy dominujących uczestników decyduje o tym, kto i w jakiej roli może dołączyć (Kloppenburger, Boekelo, 2019; Schor, 2017). W przypadku platform energetycznych nierówność dostępu do nich wynika głównie ze względów kapitałowych i możliwości inwestycyjnych. W miarę rozwoju tych platform mogą pojawiać się nowe bariery dla nowych uczestników.

Kloppenburger i Boekelo (2019) wskazują, jak istotnym problemem pozostaje model biznesowy platform. Platformy energetyczne przyjmą kształt i zarządzanie stosowane w głównych platformach ekonomii współdzielenia, gdzie użytkownicy, w tym przedsiębiorstwa, czerpią wartość z wymiany typu peer-to-peer. W idei spółdzielni energetycznych użytkownicy platformy są jej właścicielami i zarządzają nią, a tworzone wartości finansowe i społeczne wracają do uczestników. Jeśli jednak

to platformy komercyjne będą miały niezbędne nakłady kapitałowe na rozwój technologii i ustanowienie standardów w procesie, to spółdzielnie mogą nie być w stanie samodzielnie opracować alternatywną, powszechnie stosowaną architekturę.

Z punktu widzenia dostawców energii oferujących energię i usługi dodatkowe istotne jest, że przedsiębiorstwa z niemal każdej branży już teraz tworzą nowe cyfrowe ekosystemy, których sukces zależy od wszystkich jej interesariuszy. Wraz z przechodzeniem na modele biznesowe, oparte w dużej mierze na platformach, ich możliwości technologiczne szybko się zmieniają.

Platformy są też podstawą współdziałania w społecznościach energetycznych i klastrach energii. Koncepcja klastrów energii, przedstawiona przez polski rząd, kładzie duży nacisk na model biznesowy, który umożliwi klastrów energii efektywne funkcjonowanie na rynku po zakończeniu wsparcia finansowego. Zgodnie ze wstępnymi założeniami klastrów ma zgromadzić kilku interesariuszy na danym terenie (w granicach jednego powiatu), którzy wspólnie będą produkować i zarządzać energią elektryczną. Grupą interesariuszy mogą być: mieszkańcy, przedsiębiorcy, samorządy, jednostki naukowe czy organizacje pozarządowe. Każdy z klastrów byłby reprezentowany przez koordynatora. Funkcję tę może pełnić fundacja, spółdzielnia lub członek klastra. Ważnym elementem tworzenia klastra jest opracowanie zasad współpracy między wszystkimi interesariuszami i ocena świadomości potencjalnych interesariuszy. Jednym z proponowanych celów jest zwiększenie i racjonalizacja wykorzystania zasobów lokalnych. Koncepcja stwarza możliwość współpracy między podmiotami posiadającymi własne sieci dystrybucyjne w okolicy, a także tymi, które korzystają z sieci należących do państwowych spółek dystrybucyjnych. Jednocześnie nie są rekomendowane sztywno zdefiniowane modele biznesowe klastrów, wskazano jedynie, że ich podstawową funkcją jest równoważenie zapotrzebowania na energię w danym obszarze poprzez jej wytwarzanie, dystrybucję lub obrót (Ministerstwo Energii, 2017).

Energia może stać się ważnym elementem, jeśli chodzi o poczucie przynależności i odpowiedzialności (obywatelskiej), wywołując działania ze strony odbiorców i prosumentów i wytwarzając odpowiedzialność za gospodarowanie zasobami, wymaga jednak stworzenia odpowiednich platform.

MŚP są wielką siłą napędową gospodarki i stanowią ponad 90% wszystkich przedsiębiorstw. Większość rozwiązań w zakresie efektywności energetycznej była zazwyczaj adresowana albo do klientów gospodarstw domowych (np. poprzez aplikacje, dedykowane rozwiązania do monitorowania energii), albo do dużych budynków (ze złożonymi systemami zarządzania energią w budynkach). Żadne z tych rozwiązań nie jest wystarczająco specyficzne dla potrzeb MŚP. Chociaż sektor MŚP stanowi znaczną grupę odbiorców energii, długi czas pozostawał poza zainteresowaniem, jeśli chodzi o rozwiązania w zakresie efektywności energetycznej. Znalezienie nowego sposobu podejścia do tego segmentu stanowi szansę na stworzenie synergii między MŚP, dostawcami energii czy firmami ESCO, wspierając bardziej efektywne zużycie energii.

MŚP mogą wymagać bardziej złożonych rozwiązań niż te oferowane dla sektora mieszkaniowego, ale niekoniecznie muszą posiadać środki finansowe do inwestowania i utrzymywania złożonych systemów zarządzania energią.

Aby zaoferować rozwiązania w zakresie EE, które są odpowiednie dla MŚP, konieczne jest zrozumienie ich specyficznych potrzeb i uwzględnienie ich zarówno w proponowanym modelu biznesowym, jak i w funkcjonalności odpowiedniej platformy. Zwykle głównym kryterium udziału w działaniach na rzecz EE jest obniżenie kosztu energii. Małe firmy często mają ograniczone budżety i ważna jest dla nich przewidywalność kosztów energii. W projekcie EFFI (2009) ustalono, iż w przypadku MŚP istotna jest nie tyle technologia, a ludzie, dlatego też należy:

- kierować właściwe informacje do odpowiednich osób,
- przekazywać informacje we właściwym czasie,
- wykorzystywać aktywne formy przekazu informacji.

Usługi platform, które upraszczają procesy podejmowania decyzji, pozwoliłyby dobierać taryfę energetyczną w oparciu o profil zużycia energii lub komunikować o nieoczekiwanym zużyciu (na podstawie historycznego zużycia i innych zmiennych), będą pozytywnie oceniane przez MŚP.

Konieczne wydaje się stworzenie platform wymiany dla zaangażowanych podmiotów, zajmujących się efektywnością energetyczną w MŚP, będącej wspólnym obszarem dyskusji i wymiany opinii. Już w 2010 r. w projekcie Engine zauważono, że uczestnicy uważają personalizowane zalecenia ustne za znacznie bardziej godne zaufania niż ogólne rady konsultanta. Co więcej, takie areny wymiany, podobnie jak wydarzenia

organizowane w ramach działań kampanii, okazują się pomocne w realizacji korzyści skali.

Temat ten jest ważny i priorytetowy, nawet w krajach o wysokim stopniu adaptacji technologii wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych i szerokiej ofercie programów dotyczących EE. W tym roku (2020) w Wielkiej Brytanii, w ramach rządowego konkursu na innowacje „Zwiększanie dostępu MŚP do efektywności energetycznej”, został uruchomiony projekt wdrożenia prototypu Platformy Cyfrowej Efektywności Energetycznej (Digital Energy Efficiency Platform, DEEP) dla poprawy EE w 5,9 mln MŚP (BASEE, 2020).

W założeniu platforma DEEP ma uprościć proces angażowania się MŚP w efektywność energetyczną, automatycznie optymalizując całkowite zużycie energii przez firmę. Będzie wykorzystywać szereg źródeł danych, takich jak zużycie energii i charakterystyka energetyczna budynku, pobieranych automatycznie lub dostarczanych przez MŚP, w celu wygenerowania dostosowanej listy rekomendacji dotyczących urządzeń, procesów i zachowań związanych z EE. Rekomendacje będą zawierać także warianty kosztowe proponowanych rozwiązań, listę dostawców i możliwe opcje finansowania.

Kolejnym projektem uruchomionym w ramach tego samego konkursu jest Element Energy – narzędzie internetowe wykorzystujące dane z inteligentnych liczników do promowania inwestycji w EE dla MŚP. Jest to również rodzaj platformy internetowej, która wykorzystuje dane z inteligentnych liczników MŚP i charakterystykę biznesową do oceny i dostarczania targetowanych informacji na temat inwestycji w EE (w tym związanych z nimi oszczędności i odpowiednich ram czasowych), które są odpowiednie dla konkretnego kontekstu danego MŚP (BASEE, 2020).

Inną wspomagającą działania na rzecz EE funkcjonalnością platform jest dostarczanie możliwości analiz porównawczych na temat tego, jak zużycie energii przez MŚP wypada w porównaniu z podobnymi firmami, a także wiele innych funkcji, które pozwalają zaangażować MŚP w zarządzanie zużyciem energii i wspierać je w inwestycje poprawiające EE. Prowadzone pilotażowe wdrożenia z dużymi dostawcami energii mają na celu zademonstrowanie korzyści platformy dla MŚP, stworzenie wzorcowych studiów przypadków i uzyskanie informacji zwrotnych na temat jej ulepszenia w celu maksymalnego zaspokojenia potrzeb MŚP.

Prowadzone są projekty dotyczące automatyzacji i tworzenia botów do komunikacji z odbiorcą/prosumentem. Przykładem takiego rozwiązania jest projekt Eco-Bot, którego celem jest stworzenie spersonalizowanego wirtualnego asystenta do zarządzania energią w domu lub firmie, który będzie dostarczał informacje o zużyciu energii za pomocą narzędzia do czatowania – bota. Będzie można z niego korzystać głównie w formie aplikacji na telefon, ale też za pomocą strony dostawcy usług energetycznych, czy mediów społecznościowych. W zamierzeniach autorów projektu Eco-Bot ma informować i uczyć efektywnego zarządzania energią i zmieniać zwyczaje odbiorców energii w zakresie jej wykorzystania. W oparciu o zaawansowane technologie informacyjno-komunikacyjne, takie jak inżynieria wiedzy, uczenie maszynowe, systemy eksperckie, projekt przekształca wieloczynnikowe modele redukcji energii w odpowiednie rekomendacje. Wirtualny asystent będzie pobierał w czasie rzeczywistym dane za pomocą systemów zdalnego opomiarowania tak, aby odbiorca mógł dokonywać analiz zużycia i podejmować odpowiednie decyzje. Wykorzystanie i implementacja tego typu spersonalizowanych rozwiązań, pozwalających na uzyskanie efektu finansowego, bez dużego nakładu czasu oraz potrzeby nabywania niezbędnych kompetencji są kierunkiem, który powinien zaowocować poprawą efektywności energetycznej.

## **2.6. Opomiarowanie zużycia energii elektrycznej i ciepłej**

Jednym z podstawowych elementów zarządzania jest określenie sposobu mierzenia zjawisk. Pomiar i monitorowanie zużycia energii pozwalają odbiorcom na podejmowanie decyzji dotyczących ilości zużycia energii czy zmniejszenie emisji dwutlenku węgla zgodnie z preferencjami i dostępnymi możliwościami. Integracja danych z liczników oraz różnych sensorów jest podstawą budowania profilu energetycznego. To pomiar i monitorowanie są procesami, które wpływają na zrozumienie zużycia energii i gospodarowanie nią. Podstawą skutecznego prowadzenia działań na rzecz efektywności energetycznej jest zidentyfikowanie czynników kształtujących zużycie energii, określenie i wdrożenie środków prowadzących do minimalizacji strat. Monitorowanie i tworzenie raportów o zużyciu energii



powinno być zatem procesem ciągłym, opartym na stałym odczycie danych z liczników i podliczników.

Odbiorcy energii mają prawo do otrzymywania odpowiednich informacji na temat zużycia energii elektrycznej i ciepłej. Odczyt ten powinien odbywać się na zasadach dostępu zdalnego.

Istnieje wiele sposobów monitorowania zużycia energii, w zależności od dostępu do liczników dostępnych w obszarze danej organizacji. Metodą na kontrolowanie może być nawet prosty odczyt wskazań liczników i podliczników. Jeśli zainstalowane są odpowiednie liczniki, odbiorca może wykorzystać usługę automatycznego odczytu w określonym przedziale czasowym, np. co pół godziny. Dzięki monitorowaniu wskazań liczników MŚP może (Star2Act):

- wykryć straty energii i zmniejszyć je, aby obniżyć koszty korzystania z energii,
- określić ilość energii oszczędzonej w danym czasie,
- tworzyć projekty inwestycyjne na podstawie wiarygodnych danych,
- inspirować zmiany zachowań pracowników poprzez system podnoszenia świadomości energetycznej i analizę jej skutków,
- oceniać zużycie energii i kontrolować jego zmiany,
- określić niezbędne prace konserwacyjne, które w innej sytuacji mogłyby zostać pominięte.

Informacja, jaką odbiorca może uzyskać z posiadanych danych, stanowi dla niego wartość dodaną (Pamuła, 2017b).

Postawą skutecznego systemu zarządzania zużyciem energii jest systematyczność prowadzenia odczytu, analiza pozyskanych danych i ich raportowanie. W prowadzonych systemach usprawnień na rzecz EE przy analizie danych należy określić wartości, które MŚP chce uzyskać w celu monitorowania zmian i mierzenia efektów podejmowanych działań. Częstotliwość gromadzenia danych zależy od ilości zużywanej energii (im większe zużycie, tym częściej należy zbierać dane) oraz od dostępności danych (systemy automatyczne prowadzą odczyty regularnie, ale przy samodzielnych odczytach zbyt duża częstotliwość może być kłopotliwa, zwłaszcza dla MŚP, gdzie nie występuje taki obowiązek na stanowiskach pracy) (Star2Act).

Na wiarygodność raportów wpływa także jakość pozyskanych danych stanowiących podstawę tworzenia profilu energetycznego. Na poprawę jakości danych wpływa uwzględnienie innych czynników rzutujących

na zużycie energii, takich jak: czynniki pogodowe, np. średnie dzienne temperatury powietrza na zewnątrz, pora roku czy liczba zatrudnionych osób, zwłaszcza przebywających w pomieszczeniach firmy, a także organizacja pracy, np. godziny przerw na posiłki. Masowe wysyłanie danych przez liczniki, podliczniki oraz inne urządzenia sprawia, iż potencjał analiz w tym obszarze jest ogromny (Pamuła, 2016a).

Inteligentne systemy pomiarowe pozwalają na zdalny odczyt zużycia oraz komunikację pomiędzy licznikami i dostawcami mediów. Początkowo systemy były dedykowane miernikom energii elektrycznej, obecnie obejmują również liczniki dotyczące innych mediów, np. wody, gazu, ciepła i innych, których zużycie powinno być stale monitorowane. Systemy te powiązane są z Internetem Rzeczy (IoT) i tzw. inteligentnymi licznikami, pozwalającymi na dwukierunkowy przesył i komunikację przez całą dobę. W przypadku firm sektora MŚP brak informacji o wzorcach końcowego zużycia energii stanowi jedną z głównych barier dla inwestowania w nowe i bardziej wydajne technologie (Thollander i in., 2015, za: Schleich, Gruber, 2008).

Unia Europejska zobowiązała państwa członkowskie do zapewnienia dostępu odbiorcom do rzeczywistych danych oraz zapewnienia wiarygodności opartej na rzeczywistym zużyciu lub odczytach z liczników energii i podzielników kosztów ciepła.

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/72/WE z dnia 13 lipca 2009 r. w sprawie wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej nałożyła obowiązek przeprowadzenia analizy kosztów i korzyści związanych z wdrożeniem inteligentnego opomiarowania. Przyjęto także, iż do końca 2020 r. 80% liczników będą stanowiły liczniki inteligentne. W Polsce we wrześniu 2012 r. do KE przekazana została informacja dotycząca zasadności wprowadzenia inteligentnych form pomiaru zużycia energii elektrycznej w Polsce. W praktyce proces instalacji w poszczególnych krajach UE przebiega różnie. Wielka Brytania jest w tym zakresie liderem. Kraj ten wdrożył system *Data Communications Company* (DCC), pozwalający na komunikację pomiędzy inteligentnymi licznikami, systemami biznesowymi dostawców energii, operatorami sieci, a także innymi autoryzowanymi użytkownikami. W Polsce w opublikowanym dokumencie *Aktualizacja kluczowych elementów analizy skutków społeczno-gospodarczych wdrożenia inteligentnego opomiarowania*, przyjęto, że do końca 2018 r. powinno być zainstalowanych ok. 3,5 mln liczników energii elektrycznej ze zdalnym odczytem. Do połowy 2018 r.

zainstalowano ok. 1,5 mln takich urządzeń (Biznesalert, 2018). Plany rozwojowe polskich operatorów systemów dystrybucyjnych (SD) na lata 2018–2022 wskazują instalację średnio ok. 0,5 mln tego typu urządzeń rocznie. Mają oni jednak prawo dokonywania przesunięć terminów poniesienia nakładów planowanych na poszczególne lata w okresie obowiązywania planu (obecnie obowiązuje plan na lata 2017–2022), a tym samym także terminów realizacji instalacji (Biznesalert, 2018). Nowelizacja Prawa energetycznego przesunęła termin instalacji do 2026 r.

Pewnym rozwiązaniem w tym zakresie mogą być liczniki elektroniczne, które po doposażeniu w odpowiednie urządzenia telekomunikacyjne pozwalałyby na zdalne pozyskiwanie danych pomiarowych (Biznesalert, 2018). Systemy te polegają na zamontowaniu małych urządzeń IoT (nakładek na liczniki), które pobierają dane o zużyciu i przekazują je do systemów informatycznych klienta. Ich montaż nie wymaga naruszenia integralności mierników, a tym samym pozwala na zachowanie gwarancji producentów i niskobudżetową metodę cyfryzacji sieci. Jednym z takich rozwiązań jest Comarch Smart (Sowa-Hawdziejuk, 2020).

Wprowadzone zmiany do dyrektywy w sprawie efektywności energetycznej, dotyczące opomiarowania i informacji o rozliczeniach nakładają na nowo instalowane (od 25 października 2020 r.) liczniki ciepła i podzielniki kosztów ciepła konieczność posiadania funkcjonalności zdalnego odczytu, aby zapewnić efektywne kosztowo i częste udzielanie informacji na temat zużycia. Obecne liczniki powinny zostać wymienione do 1 stycznia 2027 r. Zmieniona dyrektywa EED w tym zakresie ma mieć zastosowanie jedynie do ogrzewania, chłodzenia i ciepłej wody użytkowej z centralnego źródła. Ponadto w nowych budynkach wielolokalowych mają zostać zainstalowane indywidualne liczniki ciepła i ciepłej wody użytkowej, natomiast dla istniejących budynków wielomieszkańczych, zaopatrywanych z systemu ciepłowniczego, konieczne jest zapewnienie przejrzystych krajowych przepisów dotyczących podziału kosztów zużycia energii i ciepłej wody użytkowej. Odbiorcy końcowi muszą otrzymywać rachunki oraz informację o zużyciu energii i rozliczeniach bezpłatnie (Dzienniki UE, 2019).

Wprowadzone zmiany do dyrektywy w sprawie efektywności energetycznej zawierają także różnice dotyczące wymogów w zakresie opomiarowania i rozliczeń odnoszących się do dostaw energii cieplnej (Dzienniki UE, 2019):

- wprowadzono pojęcie „użytkownicy końcowi” obok istniejącego pojęcia „odbiorca końcowy”. W szczególności ma to na celu wyjaśnienie, że prawa do informacji o rozliczeniach i zużyciu przysługują również odbiorcom, którzy nie mają indywidualnych ani bezpośrednich umów z dostawcą energii wykorzystywanej w systemach zbiorowego ogrzewania, chłodzenia lub produkcji ciepłej wody użytkowej, w budynkach wielomieszkaniowych i wielofunkcyjnych;
- wprowadzenie wyraźniejszego rozróżnienia między opomiarowaniem a opomiarowaniem podlicznikami.

Zgodnie ze zmianami w dyrektywie DEE za użytkowników końcowych przyjmuje się (Dzienniki UE, 2019):

- osoby fizyczne lub prawne nabywające energię ciepłą, energię chłodniczą lub ciepłą wodę użytkową dla ich własnego użytku końcowego (tacy użytkownicy końcowi są również odbiorcami końcowymi, zgodnie z definicją zawartą w art. 2, pkt 23);
- osoby fizyczne lub prawne zajmujące indywidualny budynek lub moduł w budynku wielomieszkaniowym lub wielofunkcyjnym zaopatrywanym w energię ciepłą, energię chłodniczą lub ciepłą wodę użytkową z centralnego źródła, które nie mają bezpośredniej lub indywidualnej umowy z dostawcą energii.

Nie ulega wątpliwości, że odbiorcy opomiarowani podlicznikami są również uprawnieni do rozliczania na podstawie zużycia i do otrzymywania informacji o zużyciu. Zatem MŚP wynajmujące lokale w budynkach będą mogły uzyskać dostęp do takich danych.

Dyrektywa zawiera ogólny wymóg dotyczący zapewnienia możliwości nabycia liczników przez odbiorców końcowych tak, by mieć możliwość dostępu do rzeczywistego zużycia energii. Po zmianach regulacja ta nie zawiera wymogu, aby licznik podawał informacje o rzeczywistym czasie korzystania z energii (Dzienniki UE, 2019). Prawa dotyczące rozliczeń i informacji o rozliczeniach lub zużyciu powinny mieć zastosowanie dla odbiorców energii, którzy zużywają ją do celów ogrzewania, chłodzenia lub uzyskania ciepłej wody użytkowej z centralnego źródła, nawet gdy nie mają oni bezpośredniego, indywidualnego stosunku umownego z dostawcą energii. Aby doprecyzować ten aspekt prawodawstwa, wprowadzono termin „opomiarowanie podlicznikami”, który odnosi się do pomiaru zużycia w indywidualnych modułach, w budynkach wielomieszkaniowych lub wielofunkcyjnych, w przypadku gdy takie moduły są zaopatrywane

z centralnego źródła, a osoby zajmujące lokal nie mają bezpośredniej lub indywidualnej umowy z dostawcą energii (Dzienniki UE, 2019).

Dyrektywa określa również odpowiedzialność za dostarczenie informacji o zużyciu. W przypadku użytkowników końcowych, którzy są również odbiorcami końcowymi i dokonują zakupu energii od danego dostawcy energii, za dostarczanie informacji odpowiedzialny jest dostawca energii. W przypadku użytkowników końcowych, z którymi dostawca nie ma bezpośredniego lub indywidualnego stosunku umownego, w gestii państw członkowskich leży decyzja, kto ma być odpowiedzialny za dostarczanie informacji, użytkownikom końcowym. To, które podmioty są w stanie najlepiej informować użytkowników końcowych, będzie zależało od warunków krajowych i szczególnych sytuacji związanych z najmem. Potencjalnymi kandydatami mogą być właściciele budynków, zarządcy budynków, wyznaczone spółki zarządzające, dostawcy usług, stowarzyszenia właścicieli itp. (Dzienniki UE, 2019).

Instalacja systemów opomiarowania prowadzi do dalszej cyfryzacji procesów poprzez integrację z wewnętrznymi systemami dostawców oraz innymi systemami, takimi jak: systemy pomiarowo-rozliczeniowe czy systemy do zarządzania pracą techników/pracowników terenowych. Przykładowa funkcjonalność takiej platformy pozwala na (Sowa-Hawdziejuk, 2020):

- zarządzanie cyklem życia urządzenia,
- zarządzanie urządzeniami i użytkownikami,
- ustalanie reguł i procesów biznesowych,
- zarządzanie dostępem i zapewnienie bezpieczeństwa danych,
- ustalanie i wykorzystywanie informacji lokalizacji urządzeń,
- zarządzanie zdarzeniami i alarmami,
- analizowanie danych i wyznaczanie statystyk,
- udostępnienie API.

Istotny aspekt, który należy brać pod uwagę, to odpowiedzialność dystrybutorów i platform za dane. W praktyce oznacza to konieczność o wiele bardziej krytycznego i kompleksowego podejścia do kwestii bezpieczeństwa danych.

## 2.7. Dane w procesach poprawy efektywności energetycznej

Kategoryzacje danych związanych z efektywnością energetyczną, zwłaszcza w sektorze produkcyjnym, prezentowane były między innymi jako inicjatywy projektów europejskich, np. Intelligent Energy Europe. Temat ten jest też przedmiotem Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiającej ogólne zasady ustalania wymogów dotyczących ekoprojektu. Określa ona ramy obowiązkowych wymogów ekologicznych dla produktów zużywających energię i związanych z energią, sprzedawanych w krajach członkowskich. Ogólna taksonomia ma istotne znaczenie dla identyfikacji miejsc, w których nośniki energii są faktycznie wykorzystywane, i w przypadku przedsiębiorstw produkcyjnych sektora MŚP powinna zawierać przynajmniej podział na: procesy produkcyjne i procesy wspomagające określane też w taksonomiach jako procesy pomocnicze lub nieprodukcyjne (tab. 2.4). W publikacji rozważającej tematykę klasyfikacji Thollander i in. (2015) sugerują dalszy podział procesów wspomagających na wiele podkategorii. Klasyfikacja taka ma znaczenie dla identyfikacji potencjału wdrażania środków EE w poszczególnych obszarach organizacji.

**Tabela 2.4.** Kategoryzacja procesów w MŚP istotnych dla EE

| Procesy produkcyjne   | Procesy wspomagające         |
|-----------------------|------------------------------|
| dezintegracja         | oświetlenie                  |
| mieszanie             | sprężanie powietrza          |
| łączenie              | wentylacja                   |
| rozłączanie           | pompowanie                   |
| powlekanie            | ogrzewanie pomieszczeń       |
| formowanie            | ogrzewanie wody              |
| podgrzewanie          | transport wewnętrzny         |
| topienie              | parowanie (wytwarzanie pary) |
| suszenie              | administracja                |
| chłodzenie/zamrażanie | pakowanie                    |

**Źródło:** własne na podstawie Thollander i in., 2015.

Szczegółowe rozliczenie końcowego zużycia energii w MŚP w sektorze przemysłowym jest złożone, ponieważ procesy są znacznie zróżnicowane. Ponadto mało jest danych oddolnych wynikających z opomiarowania urządzeń pobierających energię. Źródłem danych, które do tej pory często nie były przetwarzane, mogą być systemy pomiarowe mierzące stan urządzeń wykorzystywanych w procesach biznesowych. Pozwoli to na zmierzenie efektu każdej czynności w procesach i określenie wpływu na środowisko.

Z dotychczasowych badań wynika, że im mniej energochłonna i mniejsza firma, tym mniejsze znaczenie mają wzorce końcowego zużycia energii w procesach produkcyjnych. W takich firmach łatwiej jest dokonać wyraźnego rozróżnienia między procesami produkcyjnymi a procesami wspomagającymi. W takich wypadkach ogólny podział na procesy produkcyjne i wspomagające jest wystarczający. Niemniej jednak, biorąc pod uwagę znaczenie aspektów środowiskowych, potencjał w zakresie EE poszczególnych procesów powinien zostać zbadany szczegółowo. Dla firm bardziej energochłonnych i średniej wielkości ogólna taksonomia jest mniej przydatna, gdyż większość potencjału w zakresie efektywności energetycznej jest identyfikowana w poszczególnych procesach produkcyjnych, które różnią się znacznie w zależności od branży. W takich firmach rozróżnienie między procesami podstawowymi i wspomagającymi nie jest już tak wyraźne (Thollander i in., 2015).

Thollander i in. (2015) sugerują zatem, aby w ramach kategorii procesów produkcyjnych wyodrębnić sektorowe procesy produkcyjne, umożliwiając w ten sposób stworzenie ogólnej taksonomii nie tylko dla przemysłowych MŚP, ale także dla energochłonnych i większych przedsiębiorstw przemysłowych.

Ważnym zagadnieniem związanym z przetwarzaniem pozyskiwanych danych jest różnorodność wykorzystywanych sprzętów, platform i systemów. Opracowania dotyczące tego tematu wskazują m.in. na konieczność standaryzacji, znormalizowania i zwrócenia uwagi na (Kuch, Stringer, Marshall, Young, Roberts, Macgill, Bruce, Passey, 2019):

- czytelność prezentowanych informacji,
- możliwość wymiany danych między platformami oraz możliwość ich analizy w często wykorzystywanych narzędziach i środowiskach, takich jak Excel, Matlab, Python, R,
- korzystanie ze standardowych formatów plików, np. unicode, xml,

- rozwój narzędzi open source do standardowych konwersji i tłumaczeń,
- standardowe etykiety i protokoły do obsługi brakujących danych,
- przejrzyste oznaczenie typów danych (np. moc, energia, rzeczywiste vs. bierne),
- wyznaczenie pól obowiązkowych (np. okres, czas),
- standaryzowany format czasu,
- standaryzację oznaczenia danych końcowych (w porównaniu z danymi początkowymi),
- standaryzację metadanych (np. lokalizacja i zakres, kraj, pochodzenie, kod pocztowy itp.),
- ujednoczenie procedury dezidentyfikacji i anonimizacji zbiorów danych,
- standardowe podejście do oceny jakości danych,
- standardową platformę do walidacji metadanych,
- standaryzowane protokoły kompresji danych do przechowywania.

Kształtowanie regulacji w zakresie organizacji i dostępu do danych oraz opracowanie odpowiednich modeli analiz jest podstawowym elementem, który pozwoli firmom sektora MŚP na podejmowanie działań w zakresie efektywności i zarządzanie nimi zgodnie z aktualnym stanem dostarczanych na bieżąco informacji.

## 2.8. Podsumowanie

Techniczne i ekonomiczne aspekty digitalizacji i sektora energetycznego są szeroko analizowane w literaturze przedmiotu. Opracowania naukowe i raporty biznesowe z zakresu szerokiego spojrzenia na cyfryzację jako ogólnego trendu rozwoju biznesowego oraz wyniki badań nad poszczególnymi aspektami czy technologiami cyfryzacji wskazują na fakt, iż podobnie jak w innych sektorach, ICT pełni rolę czynnika stymulującego rozwój sektora energetycznego. Jednocześnie konieczność zmian tego sektora implikuje konieczność tworzenia nowych rozwiązań ICT.

Tempo cyfryzacji „energii” wzrasta. Inwestycje przedsiębiorstw energetycznych w technologie cyfrowe w ciągu ostatnich kilku lat znacznie przyspieszyły. Rośnie też liczba źródeł przyłączanych do sieci – instalacji słonecznych oraz małych źródeł kogeneracyjnych, instalowanych nie tylko przez odbiorców gospodarstw domowych, ale też przez przedsiębiorców



sektora MŚP. Istotnym czynnikiem, sprzyjającym działaniom na rzecz efektywności energetycznej, jest zarządzanie popytem na energię, pozwalające na elastyczne zmiany popytu w celu zaspokojenia podaży. Dostępne możliwości zależą w dużym stopniu od dostępności wystarczającej ilości danych dobrej jakości oraz platform wymiany informacji. Cyfryzacja sprawia, iż należy spodziewać się większej liczby czujników i większej ilości pozyskanych danych w całym sektorze energetycznym. MŚP mają do odegrania kluczową rolę w tym zakresie, ale często nie wiedzą, od czego zacząć, jeśli chodzi o poprawę EE. Z drugiej strony operatorzy i pośrednicy sprzedaży energii, stoją przed zadaniem zbudowania odpowiedniego systemu zarządzania prosumentami i pozostałymi interesariuszami.

W Polsce brak masowej instalacji inteligentnego oprogramowania nadal hamuje rozwój w obszarze bieżącego śledzenia zużycia energii. Dane dotyczące całkowitych dostaw energii, takich jak energia elektryczna, ropa, węgiel i gaz ziemny, istnieją, ale dane oddolne dotyczące procesów, w których te nośniki energii są wykorzystywane, a ponadto, gdzie istnieje główny potencjał wdrażania środków efektywności energetycznej, są mniej dostępne.

# Rozdział 3

## Zaangażowanie przedsiębiorstw sektora MŚP w Polsce w działania na rzecz efektywności energetycznej w świetle badań własnych

### **3.1. Metodyka badania i charakterystyka próby**

Działania na rzecz efektywności energetycznej stają się niezbędnym elementem zarządzania organizacją. W wyniku przeprowadzonych wstępnych rozważań teoretycznych postawione zostały pytania o stopień zaangażowania firm sektora MŚP w Polsce w stosowanie praktyk w tym zakresie oraz wykorzystywania technologii IT na rzecz poprawy EE.

Proces badawczy zawierał trzy etapy. Pierwszy polegał na krytycznej analizie i przeglądzie literatury dotyczącej opracowywanego zagadnienia. Przeglądu dokonano na podstawie piśmiennictwa krajowego i zagranicznego. Poddano analizie opracowania naukowe i wybrane raporty biznesowe dotyczące działań na rzecz efektywności energetycznej, zwłaszcza wśród małych i średnich przedsiębiorstw. Opracowując zgromadzony materiał badawczy, stwierdzono ograniczoną liczbę pozycji dotyczących badań rodzimych przedsiębiorstw.

W celu ustalenia stopnia zaangażowania firm sektora MŚP projekt badawczy, którego przedmiotem były działania, jakie podejmują te organizacje w zakresie EE oraz czynniki warunkujące ich podejmowanie<sup>1</sup>.

W etapie drugim opracowano szczegółowy zakres badania i opracowano narzędzie badawcze.

Badanie empiryczne przeprowadzono w grudniu 2017 r. (badania pilotażowe) i styczniu 2018 r. (badania właściwe). Podjęto decyzję o losowym doborze próby respondentów i przeprowadzaniu badania metodą CATI. W celu zapewnienia dobrej jakości danych badania proces ich pozyskiwania został powierzony firmie zewnętrznej. Respondentami byli menadżerowie odpowiedzialni za kwestie energetyczne (lub właściciele w przypadku małych firm) z terenu całej Polski. Narzędziem pomiaru był opracowany kwestionariusz ankiety. Kwestionariusz zawierał w większości pytania zamknięte i obejmował zagadnienia dotyczące działań przedsiębiorstwa na rzecz poprawy EE, pytania dotyczące postrzegania barier w ich wdrażaniu oraz czynników motywujących do podejmowania takich działań, w tym roli technologii informatycznych. Kwestionariusz przygotowano w oparciu o przegląd literatury i wykorzystywane w innych badaniach narzędzia (Sorrell i in., 2004; Prashar, 2017b).

W wyniku badania pozyskano dane dotyczące 246 podmiotów (mikro, małych i średnich) zlokalizowanych w Polsce. Szczegółową charakterystykę próby badawczej według rozkładu cech przedstawiono w tabeli 3.1.

Najliczniej reprezentowaną grupą w zakresie prowadzonej działalności były firmy produkcyjne, które stanowiły 52,8%, firmy usługowe stanowiły 32,5%, a handlowe 14,6%. Badane organizacje reprezentowały różne branże, m.in.: budowlaną i deweloperską, IT i high-tech, dóbr konsumpcyjnych i sprzedaży, logistyki i transportu, hotelarstwo (i usługi noclegowe) i gastronomię, finanse, usługi profesjonalne, usługi komunalne, energetykę, ciepłownictwo i górnictwo. Wśród firm produkcyjno-przemysłowych reprezentowane były: produkcja artykułów spożywczych i napojów, produkcja wyrobów przemysłu włókienniczego, produkcja wyrobów tekstylnych i odzieży, produkcja sprzętu, urządzeń, maszyn, produkcja metali i konstrukcji metalowych, produkcja wyrobów z tworzyw sztucznych.

---

<sup>1</sup> Projekt został finansowany ze środków Dziekana Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Łódzkiego.

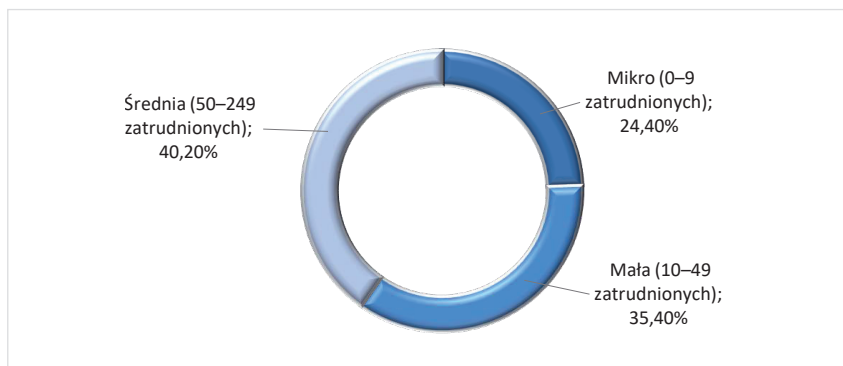
Firmy istniejące na rynku do pięciu lat stanowiły jedynie 2,4% respondentów, większość firm (78,8%) stanowiły organizacje, które istnieją na rynku dłużej niż 15 lat. Mikrofirmy stanowiły 24,4% badanej grupy, małe 35,4%, a 40,2% średnie (por. rys. 3.0). 33% respondentów nie potrafiło określić, jaki procent stanowią wydatki na energię, dla 20,7% wydatki te to mniej niż 1% kosztu w budżecie firmy, dla 21,5% wydatki te stanowiły od 1 do 5%, a dla 17% od 5 do 10%. Wydatki w wysokości wyższej niż 10% zadeklarowało tylko 7,32% badanych.

**Tabela 3.1.** Charakterystyka próby badawczej według rozkładu cech w badanej grupie firm

|  | Cecha                                | Liczba | Struktura (%) |
|--|--------------------------------------|--------|---------------|
| Wiek   | 1-5                                  | 6      | 2,4           |
|  | 6-10                                 | 15     | 6,1           |
|  | 11-15                                | 25     | 10,2          |
|  | 16-20                                | 29     | 11,8          |
|  | 21-25                                | 66     | 26,8          |
|  | 26-30                                | 46     | 18,7          |
|  | pow. 30                              | 53     | 21,5          |
| Główna działalność                                   | produkcja                            | 130    | 52,8          |
|  | handel                               | 36     | 14,6          |
|  | usługi                               | 80     | 32,5          |
| Wielkość firmy<br>(mierzona liczbą<br>zatrudnionych) | mikro (0-9 zatrudnionych)            | 60     | 24,4          |
|  | mała (10-49 zatrudnionych)           | 87     | 35,4          |
|  | średnia (50-249 zatrudnionych)       | 99     | 40,2          |
| Wydatki na energię<br>elektryczną<br>stanowią        | więcej niż 10%                       | 18     | 7,32          |
|  | od 5% do 10% kosztu w budżecie firmy | 42     | 17,0          |
|  | od 1% do 5% kosztu w budżecie firmy  | 53     | 21,5          |
|  | do 1% kosztu w budżecie firmy        | 51     | 20,7          |
|  | trudno powiedzieć/nie wiem           | 81     | 33,0          |

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

W etapie trzecim dokonano analizy zgromadzonego materiału empirycznego i na tej podstawie podjęto próbę oceny stopnia zaangażowania polskich firm sektora MŚP w działania na rzecz EE. Omawiając uzyskane wyniki, wskazano ograniczenia przeprowadzonych badań oraz kierunki dalszych badań.



**Rysunek 3.0.** Charakterystyka próby badawczej ze względu na wielkość firmy

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

Rozwiązując postawiony problem badawczy zaangażowania MŚP, wyznaczono cztery główne zagadnienia, formułując je w postaci następujących pytań:

1. Jakie działania na rzecz efektywności energetycznej podejmują przedsiębiorstwa sektora MŚP? Jakie czynniki wspierają te działania, a jakie wpływają demotywująco?
2. Jak firmy odnoszą się do nowych możliwości udziału w rynku energii i prosumpcji?
3. Jakie jest wykorzystanie i postrzeganie możliwości, które daje informatyzacja i cyfryzacja w obszarze EE?
4. Jak MŚP wykorzystują i oceniają źródła wiedzy o EE?

W powyższych pytaniach analizowano wpływ wielkości przedsiębiorstwa oraz rodzaj prowadzonej działalności na podejście do wymienionych działań. Ze względu na wysoki odsetek firm, które nie potrafiły określić udziału wydatków na energię w ogólnych wydatkach, nie badano wpływu tej zmiennej.

W toku przygotowania badania postawiono także wiele szczegółowych pytań do wyznaczonych głównych pytań badawczych. Na podstawie uzyskanych wyników podjęto próbę oceny stopnia dojrzałości MŚP w zakresie działań na rzecz EE.

## **3.2. Działania na rzecz efektywności energetycznej podejmowane przez przedsiębiorstwa sektora MŚP**

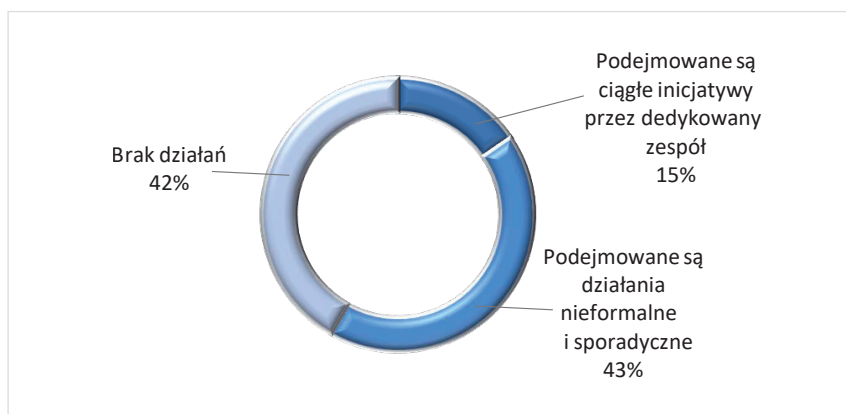
W celu znalezienia odpowiedzi na pierwsze pytanie badawcze sformułowano następujące pytania dodatkowe, które następnie przygotowano w formie pytań kwestionariusza ankiety:

1. Jak firmy postrzegają znaczenie firmy kwestii związanych z efektywnością energetyczną? Czy wielkość firmy i rodzaj prowadzonej działalności wpływa na to postrzeżenie?
2. Kto ponosi w firmie odpowiedzialność za działania na rzecz EE?
3. Jakie działania inwestycyjne na rzecz EE podejmuje MŚP?
4. Jak organizacja ocenia poziom podejmowanych działań w obszarze EE?
5. Jakie są czynniki motywujące i demotywuujące MŚP w kwestii działań na rzecz EE?

Wyniki analiz danych dotyczących wymienionych zagadnień zostaną przedstawione w kolejnych rozdziałach.

### **3.2.1. Postrzeżenie znaczenia kwestii związanych z efektywnością energetyczną**

Zaangażowanie w określone działania stanowi podstawę ich skuteczności. Istotne jest zatem sprawdzenie, jak firma określa swoje zaangażowanie w zakresie wykorzystania szans na zwiększenie efektywności energetycznej. Respondentów ankiety poproszono o ogólną ocenę sytuacji w organizacji. Wśród badanych organizacji jedynie 15% stwierdziło, iż w firmie został powołany dedykowany zespół, który podejmuje ciągłe inicjatywy dotyczące EE, w 43% badanych firm działania te są prowadzone sporadycznie, a w 42% tego typu działania nie są podejmowane (rys. 3.1.).



**Rysunek 3.1.** Ocena ogólna podejmowanych działań na rzecz EE

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

Na podstawie przeprowadzonych testów chi-kwadrat stwierdzono brak wpływu rodzaju działalności na postrzeganie kwestii związanych z EE, natomiast zauważono wpływ wielkości firmy (statystyka chi-kwadrat = 14,478,  $df = 4$ ,  $p = 0,006$  ( $< \alpha = 0,05$ )), ale określić ją można jako słabą (współczynnik V Cramera = 0,172). Szczegółowy rozkład odpowiedzi respondentów zaprezentowano w tabeli 3.2.

**Tabela 3.2.** Ogólna ocena podejmowanych działań na rzecz EE przez firmy MŚP

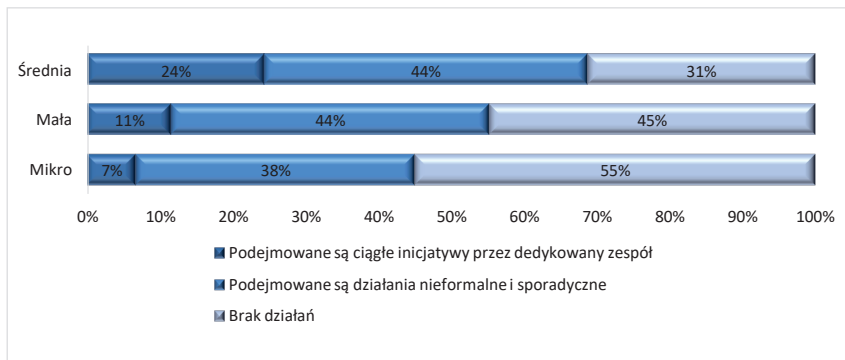
| Wielkość firmy                    | Podejmowane są ciągłe inicjatywy przez dedykowany zespół |        | Podejmowane są działania nieformalne i sporadyczne |        | Brak działań |        | Ogółem |     |
|-----------------------------------|--|--------|--|--------|--------------|--------|--------|-----|
|                                   | %  | liczba | %  | liczba | %            | liczba |        |     |
| mikro<br>(0–9 zatrudnionych)      | 11   | 4      | 11   | 23     | 32           | 33     | 24     | 60  |
| mała<br>(10–49 zatrudnionych)     | 26   | 10     | 36   | 38     | 38           | 39     | 36     | 87  |
| średnia<br>(50–249 zatrudnionych) | 63   | 24     | 42   | 44     | 30           | 31     | 40     | 99  |
| Razem                             |  | 38     |  | 105    |              | 103    |        | 246 |

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

Ciągle inicjatywy podejmowane przez powołany zespół były prowadzone tylko u 15% (38 firm) respondentów, z czego głównie w firmach średnich (63%), w firmach małych 26%, a w mikrofirmach 11%. Działania nieformalne i sporadyczne zgłosiło 43% (105 firm) respondentów, w tym wypadku rozkład pomiędzy średnimi (42%) a małymi (36%) firmami nie był aż tak duży.

Duży odsetek firm niepodjmujących żadnych działań – 42% (103 firmy) świadczy o dalszym ogromnym potencjale w zakresie EE. Prawidłowe zdiagnozowanie barier i zaproponowanie odpowiednich stymulatorów może ten potencjał uwolnić.

Na rysunku 3.2. przedstawiono rozkład odpowiedzi firm w zależności od wielkości. 55% badanych mikrofirm nie podejmuje działań w zakresie EE, w przypadku firm średnich była to mniej niż 1/3. Wraz ze wzrostem wielkości firmy podejmowanych jest więcej działań na rzecz EE. 24% badanych średnich firm posiada zespół podejmujący ciągle inicjatywy w tym zakresie (rys. 3.2.).



**Rysunek 3.2.** Ocena ogólna podejmowanych działań na rzecz EE w zależności od wielkości firmy

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

Badając dalej zagadnienie postrzegania znaczenia kwestii związanych z efektywnością energetyczną, przygotowano pytanie kwestionariusza o znaczenie dla organizacji kwestii dotyczących EE, w którym wyznaczono następujące możliwości określenia poziomu ważności tych zagadnień:

- strategiczne (główny element celu redukcji kosztów),
- ważne w przypadku zakupu urządzeń pobierających energię elektryczną,
- istotne i stale monitorowane,



- nie są postrzegane jako istotne, ale są monitorowane,
- zupełnie nieistotne.

Zbadano także, czy wielkość firmy i rodzaj prowadzonej działalności mają wpływ na to postrzeganie.

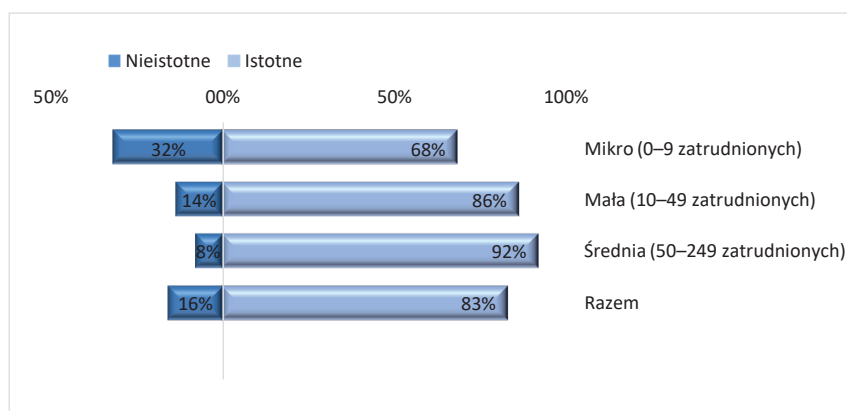
**Tabela 3.3.** Postrzeganie znaczenia kwestii związanych z efektywnością energetyczną przez firmy sektora MŚP

| Wielkość firmy | Strategiczne (główny element celu redukcji kosztów) |        | Ważne w przypadku zakupu urządzeń pobierających energię elektryczną |        | Istotne i są stale monitorowane |        | Nie są postrzegane jako istotne, ale są monitorowane |        | Zupełnie nieistotne |        |
|----------------|---|--------|---|--------|---------------------------------|--------|--|--------|---------------------|--------|
|                | 2   | 3      | 4   | 5      | 6                               | 7      | 8  | 9      | 10                  | 11     |
| 1              | %   | liczba | %   | liczba | %                               | liczba | %  | liczba | %                   | liczba |
| mikro          | 21  | 7      | 18  | 6      | 19                              | 14     | 22   | 14     | 49                  | 19     |
| mała           | 33  | 11     | 35  | 12     | 31                              | 23     | 45   | 29     | 31                  | 12     |
| średnia        | 45  | 15     | 47  | 16     | 51                              | 38     | 34   | 22     | 21                  | 8      |
| Razem          |   | 33     |   | 34     |                                 | 75     |  | 65     |                     | 39     |

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

Na podstawie przeprowadzonych testów stwierdzono, iż wielkość firmy ma wpływ na postrzeganie kwestii związanych z EE, a wpływ ten jest istotny statystycznie (statystyka chi-kwadrat Pearsona = 20,844,  $df = 8$ ,  $p = 0,008$  ( $< \alpha = 0,05$ )), ale określić ją można jako słabą (współczynnik V Cramera = 0,206). Szczegółowy rozkład odpowiedzi respondentów zaprezentowano w tabeli 3.3. Jako strategiczne dla organizacji wskazało te obszary 13% (33 firmy) respondentów, z czego 45% to firmy średnie, a 1/3 to firmy małe. Jako zagadnienie ważne w przypadku zakupu urządzeń pobierających energię elektryczną wskazało te zagadnienia 14% (34 firmy), z czego 47% firmy średnie, 35% małe. Rozkład odpowiedzi był podobny jak w przypadku zagadnień uznanych za strategiczne. Dla 30% (75 firm) zagadnienia związane z EE są istotne i monitorowane, przy czym w ponad 50% były to firmy średnie. Za nieistotne, ale monitorowane uznało ten obszar 26% respondentów (w tym przypadku większość 45% stanowiły firmy małe), zaś za zupełnie nieistotne 16% (w tym przypadku prawie 50% stanowiły mikrofirmy).

Większe firmy częściej postrzegają działania związane z EE jako istotne i monitorowane, stanowiące strategiczny element redukcji kosztów i ważny czynnik w decyzjach zakupowych dotyczących urządzeń pobierających energię elektryczną. Na tej podstawie można stwierdzić, że dla badanych organizacji zagadnienia związane z działaniami na rzecz EE są istotne. Na rysunku 3.3. przedstawiono porównanie otrzymanych wyników firm, dla których wydatki są istotne lub monitorowane (skumulowane: strategiczne, ważne, istotne i monitorowane) w stosunku do postrzegania wydatków jako nieistotne. Im firma większa, tym większy procent postrzega te działania jako istotne. W przypadku firm średnich jest to aż 92%.



**Rysunek 3.3.** Postrzeganie istotności działań na rzecz efektywności energetycznej w zależności od wielkości firmy

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

W kolejnym kroku zbadano wpływ dominującego rodzaju działalności na postrzeganie kwestii związanych z EE. Na podstawie przeprowadzonych testów stwierdzono istnienie takiego wpływu i określono, że jest on istotny statystycznie (statystyka chi-kwadrat = 30,218;  $df = 8$ ;  $p = 0,000$  ( $< \alpha = 0,05$ )), ale określić ją można jako umiarkowaną (współczynnik V Cramera = 0,248). Szczegółowy rozkład odpowiedzi respondentów zaprezentowano w tabeli 3.4. Za strategiczny lub ważny w przypadku zakupu urządzeń pobierających energię elektryczną uznały ten obszar głównie firmy produkcyjne odpowiednio 67% i 68%, jako istotne i stale monitorowane 60%.

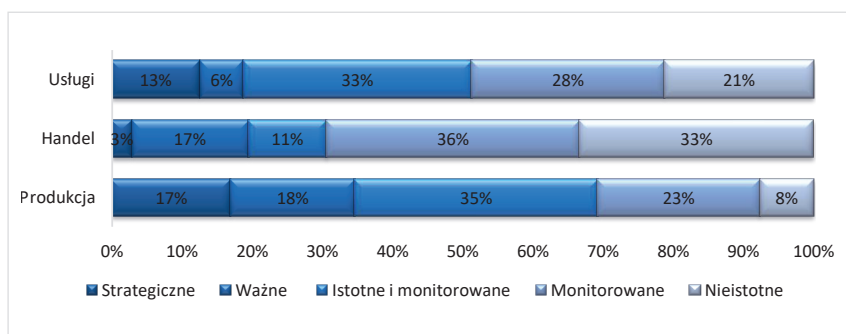
Firmy produkcyjne w badaniu stanowiły 52,8%. Rozważania zawarte w poprzednich rozdziałach wskazują na to, że dla tego typu firm działania na rzecz EE mogą stanowić istotny obszar zainteresowania organizacji. Analiza otrzymanych wyników potwierdza tę tezę.

Dla 1/3 firm handlowych obszar ten był nieistotny, ponad 1/3 (36%) jednak prowadziła działania związane z jego monitorowaniem, a tylko dla 8% był to obszar strategiczny. Obszar działań na rzecz EE leżał w zainteresowaniach ponad 50 badanych firm usługowych (zagadnienia strategiczne, ważne i istotne). Szczegółowe rezultaty przedstawiono na rysunku 3.4.

**Tabela 3.4.** Postrzeganie znaczenia kwestii związanych z efektywnością energetyczną ze względu na główną działalność firmy

| Dominujący rodzaj działalności | Strategiczne (główny element celu redukcji kosztów) |        | Ważne w przypadku zakupu urządzeń pobierających energię elektryczną |        | Istotne i są stale monitorowane |        | Nie są postrzegane jako istotne, ale są monitorowane |        | Zupełnie nieistotne |        |
|--------------------------------|---|--------|---|--------|---------------------------------|--------|--|--------|---------------------|--------|
|                                | %   | liczba | %   | liczba | %                               | liczba | %  | liczba | %                   | liczba |
| produkcja                      | 67  | 22     | 68  | 23     | 60                              | 45     | 46   | 30     | 26                  | 10     |
| handel                         | 3   | 1      | 18  | 6      | 5                               | 4      | 20   | 13     | 31                  | 12     |
| usługi                         | 30  | 10     | 15  | 5      | 35                              | 26     | 34   | 22     | 44                  | 17     |
| Razem                          |   | 33     |   | 34     |                                 | 75     |  | 65     |                     | 39     |

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.



**Rysunek 3.4.** Postrzeganie istotności działań na rzecz efektywności energetycznej w zależności od dominującego rodzaju działalności firmy

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

Zaprezentowane wyniki wskazują na znaczne zainteresowanie zagadnieniem EE nie tylko firm produkcyjnych, ale i firm handlowych oraz usługowych, tylko 1/3 firm handlowych i nieco ponad 1/5 usługowych określiła te zagadnienia jako nieistotne.

### **3.2.2. Odpowiedzialność za działania na rzecz efektywności energetycznej**

Współczesne przedsiębiorstwa stoją nie tylko przed wyzwaniami biznesowymi, ale też społecznymi. Skuteczne wprowadzanie w życie określonych idei wymaga skutecznego kierownictwa. Menadżer powinien patrzeć na zarządzaną firmę w sposób całościowy, mając na uwadze, że organizacja, którą kieruje, to więcej niż suma poszczególnych jej części. Umiejętności menadżera muszą zatem dotyczyć scalania, koordynowania działań, zapewnienia firmie sprawności bieżącej i jednocześnie myślenia kategoriami przyszłości (Smutek, 2001). Menadżerowie pełnią w firmach role informacyjne, komunikacyjne i decyzyjne. Są zatem podmiotami decyzyjnymi, a zakres ich odpowiedzialności zależy od szczebla zarządzania i zajmowanego stanowiska. Działania na rzecz efektywności energetycznej wchodzą w skład działań na rzecz zrównoważonego rozwoju. Menadżerowie, w tym wypadku, powinni odgrywać niezbędne role potrzebne do realizacji tej idei w praktyce, będąc jednocześnie propagatorami odpowiedzialnymi za przestrzeganie zasad i standardów (Soroka, 2011). Przepisanie osobom i stanowiskom roli w zakresie działań na rzecz efektywności energetycznej jest elementem stopnia dojrzałości, który świadczy o randze tego zagadnienia. Stopień zaangażowania kierownictwa jest jednym z kluczowych wymiarów oceny dojrzałości organizacji w określone przedsięwzięcia i często decyduje o jego powodzeniu.

W badaniu tego zagadnienia, na podstawie ról występujących w modelach oceny dojrzałości opisanych w rozdziale 1, zaprojektowano w kwestionariuszu możliwość wyboru następujących opcji:

- kierownicy najwyższego szczebla odpowiadający za całość zarządzania organizacją (np. prezes, dyrektor firmy),
- kierownik/menadżer zarządzania energią (w strukturze firmy ustanowiono odpowiednie stanowisko),

- zespół złożony z członków różnych działów (odpowiedzialny za zbieranie, dokumentowanie i analizę danych dotyczących energii),
- pracownik jednego z działów,
- nie ma takiej osoby (nie przydzielono takiej odpowiedzialności).

Na podstawie przeprowadzonych testów stwierdzono, iż wielkość firmy ma wpływ na to, kto ponosi odpowiedzialność za działania związane z efektywnością energetyczną, a wpływ ten jest istotny statystycznie (statystyka chi-kwadrat = 30,786;  $df=8$ ;  $p = 0,000$  ( $< = 0,05$ )), ale określić ją można jako umiarkowaną (współczynnik V Cramera = 0,250).

W tabeli 3.5. przedstawiono szczegółowe wyniki badania. W prawie 60% badanych firm odpowiedzialność ta leżała po stronie najwyższego kierownictwa, w 9% zostało utworzone odpowiednie stanowisko kierownik/menadżer zarządzania energią, w 5% zespół osób złożony z członków różnych działów, a w 9% za działania odpowiadał pracownik jednego z działów. Tylko wśród 18% nie stwierdzono przydzielenia nikomu takiej odpowiedzialności.

**Tabela 3.5.** Odpowiedzialność za działania na rzecz efektywności energetycznej w firmach sektora MŚP

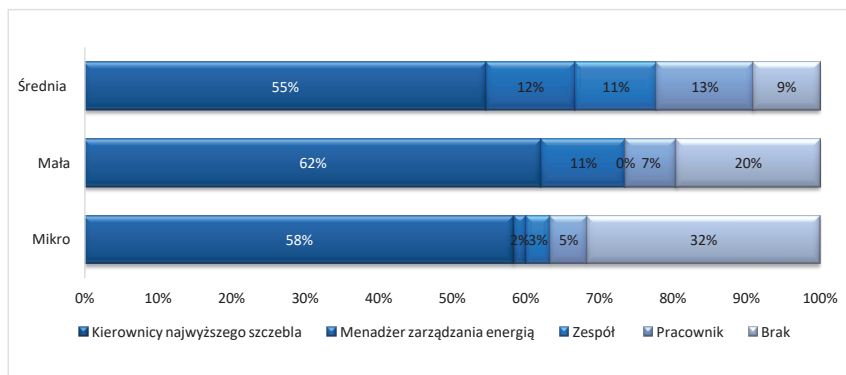
| Wielkość firmy             | Kierownicy najwyższego szczebla odpowiadający za całość zarządzania organizacją (np. prezes, dyrektor firmy) |        | Kierownik/ menadżer zarządzania energią (w strukturze firmy ustanowiono stanowisko) |        | Zespół złożony z członków różnych działów (odpowiedzialny za zbieranie, dokumentowanie i analizę danych dotyczących energii) |        | Pracownik jednego z działów |        | Nie ma takiej osoby (nie przydzielono takiej odpowiedzialności) |        |
|----------------------------|--|--------|---|--------|--|--------|-----------------------------|--------|---|--------|
|                            | %  | liczba | %   | liczba | %  | liczba | %                           | liczba | %   | liczba |
| 1                          | 2  | 3      | 4   | 5      | 6  | 7      | 8                           | 9      | 10  | 11     |
| mikro (0-9 zatrudnionych)  | 24   | 35     | 4   | 1      | 15   | 2      | 14                          | 3      | 42  | 19     |
| mała (10-49 zatrudnionych) | 38   | 54     | 43  | 10     | 0  | 0      | 27                          | 6      | 38  | 17     |

| 1   | 2  | 3   | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 |
|---|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| średnia<br>(50–249<br>zatrud-<br>nionych) | 38 | 54  | 52 | 12 | 85 | 11 | 59 | 13 | 20 | 9  |
| Razem                                     |    | 143 |    | 23 |    | 13 |    | 22 |    | 45 |

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

Rozkład odpowiedzialności kierowników najwyższego szczebla odpowiadający za całość zarządzania organizacją (np. prezes, dyrektor firmy) w przypadku firm średnich i małych był taki sam i wynosił 38%. Stanowisko kierownika lub menadżera energii występowało w ponad 52% firm średnich i 43% małych, zaś odpowiedzialność zespołowa najczęściej pojawiała się wśród odpowiedzi respondentów z firm średnich. Odpowiedzialność na niższym poziomie (pracownika działu) stwierdzana była najczęściej w firmach średnich

Szczegółowy rozkład odpowiedzialności wśród mikro, małych i średnich firm zaprezentowano na rysunku 3.5.



**Rysunek 3.5.** Odpowiedzialność za działania na rzecz efektywności energetycznej w zależności od wielkości firmy

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

Odsetek kierownictwa najwyższego szczebla dotyczący odpowiedzialności za działania na rzecz EE w mikro, małych i średnich firmach, był podobny. Brak przypisania odpowiedzialności był najmniejszy w średnich firmach.

Wśród mikrofirm w 32% nie ustanowiono odpowiedzialności za działania na rzecz EE, w przypadku 58% odpowiedzialność tę ponosił kierownik najwyższego stopnia (właściciel). Liczba osób zatrudnionych w mikroprzedsiębiorstwach nie pozwalała na tworzenie wielu stanowisk niezwiązanych z główną działalnością, stąd tylko w jednej z mikrofirm powołano takie stanowisko (firma z obszaru hi-tech). Stanowisko takie powołano w 11% małych firm i w 12% w średnich. W małych firmach nie zaobserwowano powołania zespołów, w średnich natomiast stanowiły one 11%.

W kolejnym kroku zbadano istnienie wpływu dominującego rodzaju działalności na przydzielenie odpowiedzialności za działania na rzecz EE. Na podstawie przeprowadzonych testów stwierdzono istnienie tego wpływu oraz że wpływ ten jest istotny statystycznie (statystyka chi-kwadrat = 17,292;  $df = 8$ ;  $p = 0,027$  ( $< \alpha = 0,05$ )), choć określić ją można jako niską (współczynnik V Cramera = 0,187).

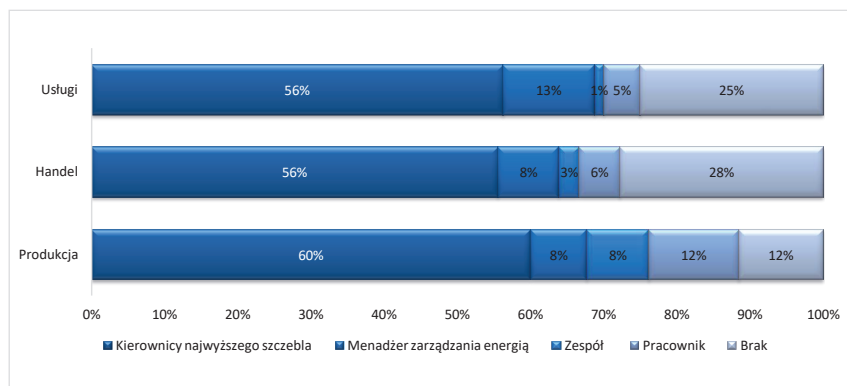
**Tabela 3.6.** Odpowiedzialność za działania na rzecz efektywności energetycznej w zależności od dominującego rodzaju działalności

| Dominujący rodzaj działalności | Kierownicy najwyższego szczebla odpowiadający za całość zarządzania organizacją (np. prezes, dyrektor firmy) |        | Kierownik/ menadżer zarządzania energią (w strukturze firmy ustanowiono stanowisko) |        | Zespół złożony z członków różnych działów (odpowiedzialny za zbieranie, dokumentowanie i analizę danych dotyczących energii) |        | Pracownik jednego z działów |        | Nie ma takiej osoby (nie przydzielono takiej odpowiedzialności) |        |
|--------------------------------|--|--------|---|--------|--|--------|-----------------------------|--------|---|--------|
|                                | %  | liczba | %   | liczba | %  | liczba | %                           | liczba | %   | liczba |
| produkcja                      | 55   | 78     | 43  | 10     | 85   | 11     | 73                          | 16     | 33  | 15     |
| handel                         | 14   | 20     | 13  | 3      | 8  | 1      | 9                           | 2      | 22  | 10     |
| usługi                         | 31   | 45     | 43  | 10     | 8  | 1      | 8                           | 4      | 44  | 20     |
| Razem                          |  | 143    |   | 23     |  | 13     |                             | 22     |   | 45     |

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

W tabeli 3.6. przedstawiono szczegółowe wyniki badania. Kierownicy najwyższego szczebla mieli przydzieloną odpowiedzialność za działania na rzecz EE w przypadku 55% firm produkcyjnych, 31% usługowych

i 14% handlowych. Odpowiedzialność kierownika lub menadżera energii stwierdzono w takim samym stopniu (43%) w firmach produkcyjnych i usługowych. Odpowiedzialność zespołu stwierdzono najczęściej w firmach produkcyjnych (85%), podobnie odpowiedzialność pracownika jednego z działów (73%). Najczęściej brak odpowiedzialności stwierdzano w firmach usługowych.



**Rysunek 3.6.** Rozkład odpowiedzialności za działania na rzecz efektywności energetycznej w firmach usługowych, handlowych i produkcyjnych

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

Na rysunku 3.6. przedstawiono rozkład odpowiedzialności za działania na rzecz EE w firmach usługowych, handlowych i produkcyjnych. Tylko w 12% firm produkcyjnych nie ustanowiono odpowiedzialności, w handlu taki brak wykazała prawie 1/3 (28%) respondentów, a w usługach 1/4. Zaskakującym jest fakt, iż w 13% firm usługowych istniało stanowisko kierownik/menadżer zarządzania energią, podczas gdy w firmach produkcyjnych występowało tylko w przypadku 8%, a w 12% odpowiedzialność tę przypisano pracownikowi jednego z działów (rys. 3.6.).

Wysoki odsetek firm przydzielających odpowiedzialność za działania na rzecz efektywności energetycznej oraz wysokie stanowiska, dla których odpowiednie role zostały określone, świadczy o istotności tego zagadnienia w przedsiębiorstwach sektora MŚP.



### 3.2.3. Działania inwestycyjne na rzecz efektywności energetycznej

W modelach dojrzałości wprowadzanie, monitorowanie i usprawnianie oraz standaryzacja działań stanowią jeden z istotnych wymiarów oceny.

Obszar zagadnień związanych z inwestycjami na rzecz EE jest bardzo szeroki. Inwestycje te uzależnione są nie tylko od potrzeb i postrzegania zagadnień związanych z EE, ale przede wszystkim od zdolności finansowych i aktualnych programów wspierających.

Podjmując badanie, zagadnienie inwestycji ograniczono do wybranych zagadnień, pytając respondentów o prowadzenie i monitorowane inwestycje dotyczących następujących obszarów:

- a) energooszczędne oświetlenie,
- b) systemy odzysku ciepła,
- c) energooszczędny system ogrzewania, klimatyzacji lub wentylacji,
- d) termomodernizacje,
- e) zakup pojazdów elektrycznych/hybrydowych,
- f) zakup urządzeń IT, RTV, AGD, charakteryzujących się wysoką klasą efektywności energetycznej (np. A+),
- g) modernizacja/zakup urządzeń produkcyjnych,
- h) produkcja energii z OZE na potrzeby własne,
- i) produkcja energii na sprzedaż,
- j) korzystanie z usług firm ESCO (*instrukcja: taka firma angażuje swoje środki finansowe w przeprowadzenie u klienta przedsięwzięcia modernizacyjnego, a odzyskuje poniesione nakłady poprzez płatności rozłożone w czasie*),
- k) umowa z firmą ESCO o gwarantowane oszczędności.

Dla każdego obszaru ustalono trzy takie same poziomy prowadzenia działań:

- poziom 2 – działania są wprowadzone,
- poziom 1 – działania są monitorowane,
- poziom 0 – brak działań.

Przeprowadzone testy chi-kwadrat i Kruskala-Wallisa wykazały, że nie ma istotnych różnic w rozkładach wartości poziomu 1, 2 i 3, w grupach zależnych od wielkości przedsiębiorstwa i dominującego rodzaju działalności. Zatem interpretacja otrzymanych wyników zostanie przeprowadzona dla całej grupy badanych. W modelach dojrzałości wprowadzanie,

monitorowanie, usprawnianie i standaryzacja działań stanowi jeden z istotnych wymiarów oceny.

W tabeli 3.7. zaprezentowano otrzymane wyniki analiz dla poszczególnych obszarów inwestycji.

**Tabela 3.7.** Obszary inwestycyjne związane z EE w badanych MŚP

| Obszar inwestycji   | Działania (%) |              |           |
|---|---------------|--------------|-----------|
|   | wprowadzane   | monitorowane | brak      |
| Energooszczędne oświetlenie                                   | <b>48</b>     | 7            | 45        |
| Systemy odzysku ciepła  | 17            | 7            | 76        |
| Energooszczędny system ogrzewania klimatyzacji lub wentylacji | 28            | <b>20</b>    | 52        |
| Termomodernizacje   | <b>36</b>     | 8            | 56        |
| Zakup pojazdów elektrycznych/hybrydowych                      | 3             | 7            | 89        |
| Zakup urządzeń IT, RTV, AGD A+                                | <b>36</b>     | 9            | 55        |
| Modernizacja/zakup urządzeń produkcyjnych                     | <b>32</b>     | <b>11</b>    | 58        |
| Produkcja energii z OZE na potrzeby własne                    | 11            | 8            | 82        |
| Produkcja energii na sprzedaż                                 | 3             | 5            | <b>92</b> |
| Korzystanie z usług firm ESCO                                 | 1             | 1            | <b>98</b> |
| Umowa z firmą ESCO o gwarantowane oszczędności                | 1             | 1            | <b>98</b> |

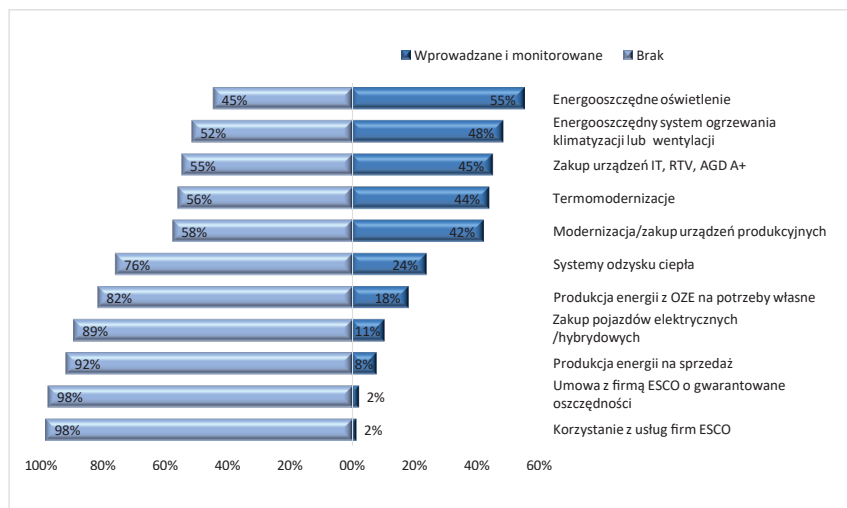
**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

Badane MŚP podejmują działania w zakresie oświetlenia energooszczędnego, termomodernizacji, zakupu sprzętu IT, RTV i AGD klasy A+. Monitorują przede wszystkim działanie systemu ogrzewania, klimatyzacji i wentylacji.

Na rysunku 3.7. zamieszczono porównanie odpowiedzi dla obszarów, w których MŚP nie prowadzą działań, z obszarami, w których działania są wprowadzane i monitorowane (łącznie). Najmniej chętnie badane firmy podejmowały współpracę z firmami ESCO. Zgodnie z definicją Ministerstwa Klimatu i Środowiska przedsiębiorstwa oszczędzania energii firmy typu ESCO (skrót od *Energy Service Company*) świadczą usługi energetyczne lub dostarczają innych środków poprawy

efektywności energetycznej użytkownikom/odbiorcom energii, przejmując pewną część ryzyka finansowego (*Lista dostępnych dostawców usług związanych ze zużyciem energii*). ESCO, wykładając własne środki finansowe (lub pozyskane przez klienta w postaci pomocy, np. dotacji lub finansowania) na działania u klienta, odzyskuje nakłady (wraz z wynagrodzeniem) poprzez płatności rozłożone w czasie. W praktyce istnieje szereg modeli usług świadczonych przez firmy typu ESCO, które różnią się sposobem finansowania, podziałem ryzyka oraz podziałem zysków pochodzących z zaoszczędzonych pieniędzy (*Lista dostępnych dostawców usług związanych ze zużyciem energii*). Usługi firm ESCO są częściej wykorzystywane przez duże organizacje zobowiązane do przeprowadzenia audytu. Wartość rynku ESCO w Polsce w 2019 r. wynosiła 200 mln zł, zaś niemiecki rynek jest szacowany rocznie na ok. 2 mld euro. Niewielki odsetek firm MŚP współpracujących z ESCO wynikać może z braku informacji o tego typu możliwościach lub braku dostępu do tego typu firm. Zbiór danych na stronie ministerstwa zawiera listę zaledwie kilku dostawców usług energetycznych.

18% firm inwestuje w produkcję energii z OZE, tylko 8% w produkcję energii na sprzedaż. Zagadnienia związane z udziałem w rynku energii będą przedmiotem dalszych analiz.



**Rysunek 3.7.** Wprowadzane i monitorowane obszary inwestycyjne na rzecz efektywności energetycznej

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

### 3.2.4. Działania inwestycyjne na rzecz efektywności energetycznej – procedury zakupu

Jak wskazano na rys. 3.7, 45% firm, kupując urządzenia IT, RTV czy AGD, zwraca uwagę na pobór energii. Obszar procedur zakupu poddano badaniu w kolejnym pytaniu dotyczącym procedur zamówień i zakupu. Badano, czy uwzględniane są elementy związane ze zużyciem energii. Wykorzystano następujące opcje rozważania poboru energii kupowanego dobra:

- brak uwzględniania opcji poboru energii, istotny jest tylko koszt zakupu,
- uwzględnianie opcji poboru energii tylko przy zamówieniach sprzętu o znacznej energochłonności,
- uwzględnianie opcji poboru energii przy zakupie każdego sprzętu (zakup każdego sprzętu podlega ocenie energetycznej i jest zatwierdzany przez menadżera zarządzania energią lub inną osobę odpowiedzialną).

Na podstawie przeprowadzonych testów stwierdzono, iż wielkość firmy ma wpływ na elementy procedury zakupów, a wpływ ten jest istotny statystycznie, statystyka chi-kwadrat Pearsona = 9,563;  $df = 4$ ,  $p = 0,048$  ( $\alpha = 0,05$ ), ale określić ją można jako bardzo słabą (współczynnik V Cramera = 0,141).

W tabeli 3.8. przedstawiono wyniki badania poszczególnych opcji. Jako nierozważaną przy zakupie opcję pobór energii wskazały głównie firmy małe (425). W przypadku zakupu sprzętu o znacznej energochłonności w procedurach zakupu opcję poboru energii rozważają głównie firmy średnie (49%) i firmy małe 30%. Dla zakupów każdego sprzętu otrzymano podobne wyniki, opcja ta również najczęściej wykorzystywana jest w firmach średnich 47% i małych 29%

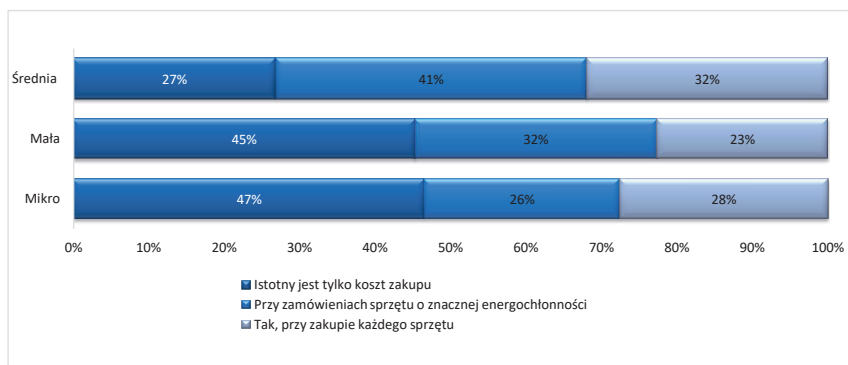
Na rysunku 3.8. przedstawiono zużycie energii w procedurach zakupowych z uwzględnieniem wielkości MŚP. Ponad 50% badanych mikrofirm analizuje zużycie energii przy procedurach zakupu, przy czym 26% analizuje je przy zakupie sprzętu energochłonnego, a prawie 1/3 (28%) przy zakupie każdego sprzętu. Dla prawie połowy (47%) istotny jest tylko koszt zakupu, co może to być spowodowane ograniczeniem funduszy na inwestycje (ten obszar nie podlegał badaniu). W małych firmach proporcje są podobne, choć nieco lepsze – w 55% zakupów rozważane jest zużycie energii. Najlepiej wypadły firmy średnie, które w 73% analizują

zużycie energii w procedurach zakupowych (32% w każdym zakupie, i 41% dla zakupu sprzętu o znacznej energochłonności), chociaż i w tym przypadku znaczny odsetek (27%) firm nie analizuje poboru energii w procedurach zakupu.

**Tabela 3.8.** Uwzględnienie zużycia energii w procedurach zakupowych badanych MŚP

| Wielkość firmy                 | Nie, istotny jest tylko koszt zakupu |        | Tak, tylko przy zamówieniach sprzętu o znacznej energochłonności |        | Tak, przy zakupie każdego sprzętu (zakup każdego sprzętu podlega ocenie energetycznej i jest zatwierdzany przez menadżera zarządzania energią) |        |
|--------------------------------|--------------------------------------|--------|--|--------|--|--------|
|                                | %                                    | liczba | %  | liczba | %  | liczba |
| mikro (0–9 zatrudnionych)      | 30                                   | 27     | 18   | 15     | 24   | 16     |
| mała (10–49 zatrudnionych)     | 42                                   | 38     | 33   | 27     | 29   | 19     |
| średnia (50–249 zatrudnionych) | 28                                   | 26     | 49   | 40     | 47   | 31     |
| Razem                          |                                      | 91     |  | 82     |  | 66     |

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.



**Rysunek 3.8.** Uwzględnienie zużycia energii w procedurach zakupowych badanych MŚP

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

W kolejnym etapie badano wpływ rodzaju działalności na uwzględnienie poboru energii w procedurach zakupu. Na podstawie przeprowadzonych testów stwierdzono wpływ rodzaju działalności na te procedury zakupów; statystyka Pearsona chi-kwadrat = 11,614;  $df = 4$ ;  $p = 0,02$  ( $\alpha = 0,05$ ), ale określono ją jako słabą (współczynnik V Cramera = 0,156).

W tabeli 3.9. przedstawiono szczegółowe wyniki badania, a na rysunku 3.9. rozkład odpowiedzi w ramach prezentowanego przez respondenta głównego rodzaju działalności.

**Tabela 3.9.** Uwzględnienie zużycia energii w procedurach zakupowych badanych MŚP ze względu na dominujący rodzaj działalności

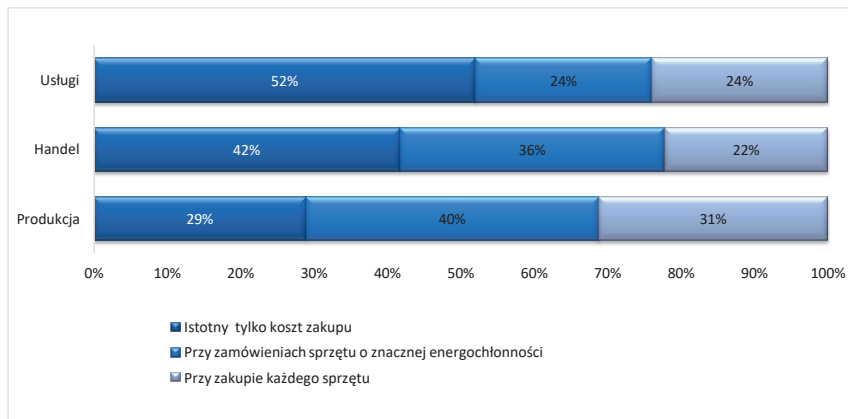
| Dominujący rodzaj działalności | Nie, istotny jest tylko koszt zakupu |        | Tak, tylko przy zamówieniach sprzętu o znacznej energochłonności |        | Tak, przy zakupie każdego sprzętu (zakup każdego sprzętu podlega ocenie energetycznej i jest zatwierdzany przez menadżera zarządzania energią) |        |
|--------------------------------|--------------------------------------|--------|--|--------|--|--------|
|                                | %                                    | liczba | %  | liczba | %  | liczba |
| produkcja                      | 41                                   | 37     | 62   | 51     | 61   | 40     |
| handel                         | 16                                   | 15     | 16   | 13     | 12   | 8      |
| usługi                         | 43                                   | 39     | 22   | 18     | 27   | 18     |
| Razem                          |                                      | 91     |  | 82     |  | 66     |

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

Pobór energii kupowanego urządzenia jest nieistotny w procedurach zakupu dla 43% respondentów firm usługowych i 41% firm produkcyjnych. Przy zamówieniach sprzętu o znacznej energochłonności uwzględnia ten element 62% firm produkcyjnych, podobnie jest w przypadku zakupu każdego sprzętu.

Ponad połowa firm usługowych (52%) w zakupach urządzeń pobierających energię bierze pod uwagę jedynie koszt. Postępowanie takie wykazało ponad 42% firm handlowych i 29% firm produkcyjnych. W handlu i usługach podobny jest odsetek uwzględniania zużycia energii w procedurach zakupu każdego sprzętu i wynosi odpowiednio 22% i 24%. Firmy produkcyjne stosują procedury oceny poboru energii

głównie przy zamówieniach sprzętu o znacznej energochłonności. Biorąc pod uwagę wzrost znaczenia aspektów środowiskowych oraz mnogość wykorzystywanego sprzętu, w tym sprzętu biurowego, wydaje się to nadal niski wskaźnik.



**Rysunek 3.9.** Uwzględnienie zużycia energii w procedurach zakupowych badanych MŚP według dominującego rodzaju działalności firmy

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

### 3.2.5. Poziom podejmowania działań na rzecz efektywności energetycznej

Działania, które organizacje mogą podejmować na rzecz EE, należą do wielu kategorii i obejmują wiele zadań. Badając zagadnienie działań, które MŚP podejmują na rzecz EE, ograniczono się do wybranych działań:

- określenie ról i odpowiedzialności pracowników w zakresie efektywności energetycznej,
- opracowanie polityki zarządzania gospodarką energetyczną,
- określenie mierników osiągnięć energetycznych,
- porównywanie wyników z innymi jednostkami/firmami o podobnym profilu działalności i ogólnej charakterystyce,
- wprowadzenie systemu motywacji dla pracowników,
- stworzenie systemu komunikacji wewnętrznej (tzn. biuletynu wewnętrznego, informacje dla pracowników na temat podejmowanych działań i efektów, nalepki typu wyłącz światło, monitor),

- stworzenie zewnętrznego systemu komunikacji o osiągnięciach (tzn. komunikaty prasowe, informacje na stronach, w czasopiśmie oraz ogólnie dostępnych raportach),
- przeprowadzenie szkoleń dla pracowników,
- nabywanie zielonej energii,
- przeprowadzanie audytów energetycznych.

Ustalono trzy poziomy prowadzenia działań:

- działania są wprowadzone,
- działania są monitorowane,
- brak działań.

W wyniku przeprowadzonych testów statystycznych stwierdzono, iż rozkład firm monitorujących, wprowadzających lub niepodjęających działań zakresie efektywności energetycznej jest identyczny dla każdej formy działalności, zatem wyniki zostaną przedstawione dla całej badanej populacji badanych.

Prawie 1/3 badanych firm (31%) prowadzi działania związane z określeniem ról i odpowiedzialności pracowników w zakresie EE, zaś prawie 1/4 (23%) prowadzi działania związane z określeniem mierników osiągnięć energetycznych, opracowaniem polityki zarządzania gospodarką energetyczną, przeprowadzaniem audytów energetycznych i szkoleń dla pracowników (22%). Szczegółowe dane przedstawiono w tabeli 3.10., a porównanie działań prowadzonych i monitorowanych (łącznie) w stosunku do braku podejmowanych działań na rysunku 3.10.

**Tabela 3.10.** Działania na rzecz EE podejmowane przez MŚP

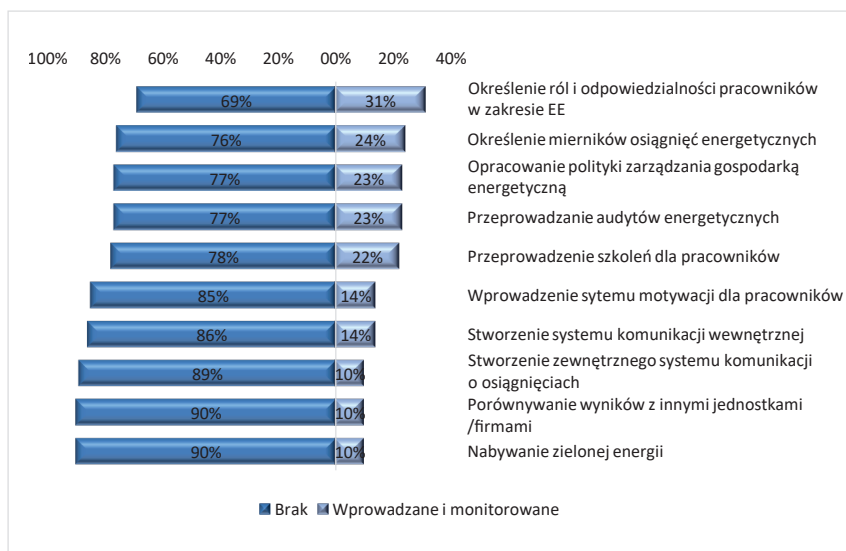
| Działanie  | Działania (%) |              |      |
|--|---------------|--------------|------|
|  | wprowadzane   | monitorowane | brak |
| 1  | 2             | 3            | 4    |
| Określenie ról i odpowiedzialności pracowników w zakresie efektywności energetycznej | 14            | 17           | 69   |
| Określenie mierników osiągnięć energetycznych  | 11            | 13           | 76   |
| Opracowanie polityki zarządzania gospodarką energetyczną                             | 9             | 14           | 77   |
| Przeprowadzanie audytów energetycznych   | 13            | 10           | 77   |
| Przeprowadzenie szkoleń dla pracowników  | 15            | 7            | 78   |
| Wprowadzenie systemu motywacji dla pracowników                                       | 10            | 4            | 85   |
| Stworzenie systemu komunikacji wewnętrznej   | 8             | 6            | 86   |



**Tabela 3.10** (cd.)

| 1   | 2 | 3 | 4  |
|---|---|---|----|
| Stworzenie zewnętrznego systemu komunikacji o osiągnięciach   | 7 | 3 | 89 |
| Porównywanie wyników z innymi jednostkami/firmami o podobnym profilu działalności i ogólnej charakterystyce | 4 | 6 | 90 |
| Nabywanie zielonej energii  | 8 | 2 | 90 |

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.



**Rysunek 3.10.** Wprowadzane i monitorowane obszary inwestycyjne na rzecz efektywności energetycznej

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

Otrzymane wyniki wskazują na stosunkowo niski stopień zaangażowania w działania na rzecz EE. Tylko 10% respondentów nabywa zieloną energię, 10% porównuje osiągnięte wyniki z innymi organizacjami, 15% wprowadza i monitoruje odpowiedni system motywacji pracowników. Niewiele firm tworzy system komunikacji wewnętrznej (14%) i zewnętrznej (11%) dotyczący działań na rzecz EE.

Jak wskazano w rozdziale 2, przeprowadzenie audytu energetycznego daje pozytywne efekty w zakresie działań firm na rzecz EE, jednak tylko duże przedsiębiorstwa mają w obowiązku go przeprowadzać.

W przypadku MŚP jest to dobrowolne działanie. Podejście do przeprowadzenia audytu i analizy jego wyników zostało poddane badaniu. W badanych firmach audyt wewnętrzny lub zewnętrzny przeprowadziło 23%, a zaplanowało 13%; razem ok. 35% firm (w większości były to firmy produkcyjne, nie było wśród nich mikrofirm). 24% wdrożyło zalecenia poaudytowe niewymagające inwestycji, 32% wdrożyło niemal wszystkie zalecenia, a 8% nie przeprowadziło analizy wyników.

### **3.2.6. Czynniki motywujące i demotywuujące MŚP do działań na rzecz efektywności energetycznej**

Programy dofinansowujące odgrywają istotną rolę w decyzjach inwestycyjnych firm, co potwierdzają rozważania przedstawione w rozdziale 1. Na podstawie literatury przygotowano listę finansowych i pozafinansowych czynników, które motywują firmy do podejmowania działań na rzecz EE:

- chęć obniżenia kosztów,
- aspekty środowiskowe,
- aspekty zrównoważonego rozwoju,
- inicjatywy oddolne pracowników (tzn. wnioski pracowników niższych szczebli),
- presja wywierana przez klientów,
- naciski grup społecznych otoczenia (np. stowarzyszenia ekologiczne, stowarzyszenia czy spółdzielnie okolicznych mieszkańców),
- regulacje prawne,
- wzorce z innych firm,
- reklama dostawców energii i producentów,
- rosnące ceny energii,
- system certyfikatów energetycznych,
- przyjęta strategia rozwoju firmy,
- wymagania partnera biznesowego,
- przystąpienie do sieci/stowarzyszeń przedsiębiorstw.

Większość wymienionych działań została uznana przez respondentów za nieistotne. Za istotne największa liczba respondentów uznała chęć obniżenia kosztów i rosnące ceny energii. Wyniki przedstawiono w tabeli 3.11a i b, mała liczba odpowiedzi nie pozwala jednak na wysnuwanie szerszych wniosków.

**Tabela 3.11a.** Motywacje MŚP do podejmowania działań na rzecz EE z uwzględnieniem wielkości firmy

| Czynnik motywujący                                  | Razem | %    | Mikro | %    | Mała | %    | Średnia | %    |
|---|-------|------|-------|------|------|------|---------|------|
| Chęć obniżenia kosztów                              | 112   | 88,9 | 14    | 70,0 | 37   | 92,5 | 61      | 92,4 |
| Rosnące ceny energii                                | 106   | 84,8 | 13    | 65,0 | 32   | 80,0 | 61      | 92,4 |
| Aspekty środowiskowe                                | 105   | 84,0 | 15    | 75,0 | 32   | 80,0 | 58      | 87,9 |
| Regulacje prawne                                    | 86    | 68,3 | 16    | 80,0 | 22   | 55,0 | 48      | 72,7 |
| Przyjęta strategia rozwoju firmy                    | 82    | 65,6 | 11    | 55,0 | 23   | 57,5 | 48      | 72,7 |
| Aspekty zrównoważonego rozwoju                      | 65    | 51,2 | 8     | 40,0 | 18   | 45,0 | 39      | 59,1 |
| Wzorce z innych firm                                | 65    | 52,0 | 10    | 50,0 | 17   | 42,5 | 38      | 57,6 |
| Inicjatywy oddolne pracowników                      | 51    | 40,5 | 7     | 35,0 | 15   | 37,5 | 29      | 43,9 |
| System certyfikatów energetycznych                  | 47    | 37,6 | 7     | 35,0 | 13   | 32,5 | 27      | 40,9 |
| Presja wywierana przez klientów                     | 35    | 27,8 | 2     | 10,0 | 9    | 22,5 | 24      | 36,4 |
| Wymagania partnera biznesowego                      | 35    | 28,0 | 5     | 25,0 | 11   | 27,5 | 19      | 28,8 |
| Reklama dostawców energii i producentów             | 34    | 27,2 | 5     | 25,0 | 9    | 22,5 | 20      | 30,3 |
| Naciski grup społecznych otoczenia                  | 21    | 16,7 | 3     | 15,0 | 6    | 15,0 | 12      | 18,2 |
| Przystąpienie do sieci/stowarzyszeń przedsiębiorstw | 20    | 16,0 | 3     | 15,0 | 6    | 15,0 | 11      | 16,7 |

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

**Tabela 3.11b.** Motywacje MŚP do podejmowania działań na rzecz EE z uwzględnieniem rodzaju działalności

| Czynnik motywujący                                  | Razem |      | Produkcja |      | Handel |      | Usługi |      |
|---|-------|------|-----------|------|--------|------|--------|------|
|   |       | %    |           | %    |        | %    |        | %    |
| Chęć obniżenia kosztów                              | 112   | 88,9 | 68        | 94,4 | 14     | 82,4 | 30     | 81,1 |
| Rosnące ceny energii                                | 106   | 84,8 | 64        | 88,9 | 13     | 81,3 | 29     | 78,4 |
| Aspekty środowiskowe                                | 105   | 84,0 | 61        | 84,7 | 13     | 76,5 | 31     | 86,1 |
| Regulacje prawne                                    | 86    | 68,3 | 53        | 73,6 | 9      | 52,9 | 24     | 64,9 |
| Przyjęta strategia rozwoju firmy                    | 82    | 65,6 | 54        | 75,0 | 7      | 43,8 | 21     | 56,8 |
| Aspekty zrównoważonego rozwoju                      | 65    | 51,2 | 38        | 52,8 | 6      | 35,3 | 21     | 55,3 |
| Wzorce z innych firm                                | 65    | 52,0 | 43        | 59,7 | 10     | 62,5 | 12     | 32,4 |
| Inicjatywy oddolne pracowników                      | 51    | 40,5 | 29        | 40,3 | 6      | 35,3 | 16     | 43,2 |
| System certyfikatów energetycznych                  | 47    | 37,6 | 30        | 41,7 | 3      | 18,8 | 14     | 37,8 |
| Presja wywierana przez klientów                     | 35    | 27,8 | 25        | 34,7 | 2      | 11,8 | 8      | 21,6 |
| Wymagania partnera biznesowego                      | 35    | 28,0 | 23        | 31,9 | 3      | 18,8 | 9      | 24,3 |
| Reklama dostawców energii i producentów             | 34    | 27,2 | 24        | 33,3 | 5      | 31,3 | 5      | 13,5 |
| Naciski grup społecznych otoczenia                  | 21    | 16,7 | 12        | 16,7 | 2      | 11,8 | 7      | 18,9 |
| Przystąpienie do sieci/stowarzyszeń przedsiębiorstw | 20    | 16,0 | 10        | 13,9 | 4      | 25,0 | 6      | 16,2 |

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

Badając stopień zaangażowania MŚP w działania na rzecz EE, poddano badaniom także listę czynników, które wpływają na nie demotywująco. Na podstawie dokonanego przeglądu literatury sporządzono następującą listę:

- wystarczający aktualny poziom efektywności energetycznej,
- brak praw własności do budynku (wynajmowanie pomieszczeń),
- niepewność co do cen na rynku energii,
- niska opłacalność rozwiązań,
- czasochłonność wprowadzania działań,
- brak kapitału,
- przeznaczenie kapitału na inne inwestycje,
- niechęć pracowników,
- zbyt mała liczba pracowników, aby przydzielać kolejne zadania,
- brak wiedzy.

Tylko nieco ponad połowa respondentów oceniła czynniki, które powodują brak podejmowania działań przez MŚP. Czynnikiem wymienianym najczęściej był wystarczający aktualny poziom efektywności energetycznej. Istotnym czynnikiem hamującym okazały się niepewność co do cen na rynku energii, brak kapitału i przeznaczanie kapitału na inne inwestycje, czy przewidywana niska opłacalność. Najmniej respondentów zaznaczyło opcję dotyczącą niechęci pracowników, co oznacza, że pracownicy mają dobre nastawienie w stosunku do zagadnień związanych z EE i trzeba stworzyć odpowiedni system bodźców finansowych, który to nastawienie odpowiednio wykorzysta, przynosząc efekty zarówno dla organizacji, jak i środowiska. Wyniki przedstawiono w tabeli 3.12., mała liczba odpowiedzi nie pozwala jednak na wysuwanie szerszych wniosków.

**Tabela 3.12a.** Czynniki powodujące brak podejmowania przez MŚP działań na rzecz EE z uwzględnieniem wielkości firmy

| <b>Czynnik demotywujący</b>                              | <b>Razem</b> | <b>%</b> | <b>Mikro</b> | <b>%</b> | <b>Mała</b> | <b>%</b> | <b>Średnia</b> | <b>%</b> |
|--|--------------|----------|--------------|----------|-------------|----------|----------------|----------|
| <b>1</b>   | <b>2</b>     | <b>3</b> | <b>4</b>     | <b>5</b> | <b>6</b>    | <b>7</b> | <b>8</b>       | <b>9</b> |
| Wystarczający aktualny poziom efektywności energetycznej | 126          | 71,2     | 32           | 65,3     | 47          | 73,4     | 47             | 73,4     |
| Niepewność co do cen na rynku energii                    | 105          | 59,3     | 27           | 55,1     | 34          | 53,1     | 44             | 68,8     |
| Brak kapitału  | 99           | 55,9     | 24           | 49,0     | 37          | 57,8     | 38             | 59,4     |

| 1   | 2  | 3    | 4  | 5    | 6  | 7    | 8  | 9    |
|---|----|------|----|------|----|------|----|------|
| Przeznaczenie kapitału na inne inwestycje                     | 98 | 55,4 | 23 | 46,9 | 38 | 59,4 | 37 | 57,8 |
| Niska opłacalność rozwiązań                                   | 97 | 54,8 | 26 | 53,1 | 30 | 46,9 | 41 | 64,1 |
| Brak wiedzy   | 83 | 46,9 | 19 | 38,8 | 33 | 51,6 | 31 | 48,4 |
| Czasochłonność wprowadzania działań                           | 82 | 46,3 | 23 | 46,9 | 29 | 45,3 | 30 | 46,9 |
| Zbyt mała liczba pracowników, aby przydzielać kolejne zadania | 77 | 43,5 | 20 | 40,8 | 31 | 48,4 | 26 | 40,6 |
| Brak praw własności do budynku (wynajmowanie pomieszczeń)     | 70 | 39,5 | 24 | 49,0 | 22 | 34,4 | 24 | 37,5 |
| Niechęć pracowników   | 33 | 18,6 | 6  | 12,2 | 12 | 18,8 | 15 | 23,4 |

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

**Tabela 3.12b.** Czynniki powodujące brak podejmowania przez MŚP działań na rzecz EE z uwzględnieniem dominującego rodzaju działalności

| Czynnik demotygujący  | Razem | %    | Produkcja |      | Handel |      | Usługi |      |
|---|-------|------|-----------|------|--------|------|--------|------|
|   |       |      | 4         | 5    | 6      | 7    | 8      | 9    |
| 1   | 2     | 3    | 4         | 5    | 6      | 7    | 8      | 9    |
| Wystarczający aktualny poziom efektywności energetycznej      | 126   | 71,2 | 73        | 79,3 | 16     | 61,5 | 37     | 62,7 |
| Niepewność co do cen na rynku energii                         | 105   | 51,2 | 63        | 87,5 | 11     | 64,7 | 31     | 81,6 |
| Brak kapitału   | 99    | 16,7 | 56        | 77,8 | 13     | 76,5 | 30     | 81,1 |
| Przeznaczenie kapitału na inne inwestycje                     | 98    | 68,3 | 55        | 76,4 | 14     | 82,4 | 29     | 78,4 |
| Niska opłacalność rozwiązań                                   | 97    | 40,5 | 52        | 72,2 | 13     | 76,5 | 32     | 86,5 |
| Czasochłonność wprowadzania działań                           | 90    | 27,8 | 49        | 68,1 | 14     | 82,4 | 27     | 73,0 |
| Brak wiedzy   | 83    | 84,8 | 44        | 61,1 | 11     | 68,8 | 28     | 75,7 |
| Zbyt mała liczba pracowników, aby przydzielać kolejne zadania | 77    | 27,2 | 42        | 58,3 | 10     | 62,5 | 25     | 67,6 |

**Tabela 3.12b** (cd.)

| 1   | 2  | 3    | 4  | 5    | 6  | 7    | 8  | 9    |
|---|----|------|----|------|----|------|----|------|
| Brak praw własności do budynku (wynajmowanie pomieszczeń) | 70 | 84,0 | 29 | 40,3 | 13 | 76,5 | 28 | 77,8 |
| Niechęć pracowników                                       | 34 | 52,0 | 13 | 18,1 | 8  | 50,0 | 13 | 35,1 |

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

### 3.3. Stosunek do nowych możliwości udziału w rynku energii i prosumpcji

Drugie główne zagadnienie badawcze miało na celu określenie podejścia firm sektora MŚP do możliwości udziału w rynku energii oraz produkcji energii na potrzeby własne lub handlowe. Powiązanie EE z poprawą dostępu do energii i korzystaniem z energii uzyskanej ze źródeł odnawialnych pozwala na realizację, do 2030 r., celów zrównoważonego rozwoju w postaci „zapewnienia przystępnych cenowo, niezawodnych, zrównoważonych i nowoczesnych dostaw energii dla wszystkich”. Energię uważa się za „element o kluczowym znaczeniu dla realizacji niemal wszystkich celów zrównoważonego rozwoju, który przyczynia się do eliminowania ubóstwa, dzięki sprzyjaniu postępowi w obszarze zdrowia, kształcenia, dostaw wody i industrializacji oraz wnosi wkład w przeciwdziałanie zmianom klimatu” (Farell, 2018). Poprawa efektywności energetycznej jest czynnikiem przyczyniającym się do zwiększania dostępności energii. Cena energii skłania do ograniczania zużycia energii i dążenia do zwiększania EE, ale też stymuluje produkcję energii i udział w rynku energii. Jednocześnie dostarczanie energii poza siecią w połączeniu ze stosowaniem wydajnych urządzeń może ułatwić zapewnienie potrzebnej energii oraz umożliwić sprzedaż nadwyżki.

W celu podejścia firm sektora MŚP do nowych możliwości udziału w rynku energii i produkcji energii sformułowano następujące pytania pomocnicze, które następnie przygotowano w formie pytań kwestionariusza ankiety:

1. Czy MŚP zmieniają dostawców energii?
2. Jakie inne usługi mają wpływ na wybór dostawcy energii?

3. Czy MŚP biorą udział w programach zarządzania popytem na energię (DSM)?
4. Jak postrzegają możliwość stosowania różnych rodzajów taryf na energię?
5. Jakie jest zainteresowanie MŚP zakupem urządzeń produkujących energię?

### 3.3.1. Zmiana dostawcy energii

Zmiany w paradygmacie pracy systemu elektroenergetycznego, w tym wprowadzane na rynku energii, pozwoliły różnym interesariuszom na szerszy udział w jego działaniach. Jedną z pierwszych możliwości, jakie dała wprowadzana liberalizacja rynku energii, jest zmiana dostawcy energii. Analizując rachunki i oferty rynkowe, konsumenci mogą dokonywać wyboru. Nie stwierdzono zależności statystycznej pomiędzy wielkością firmy lub rodzajem działalności a zmianą dostawcy energii. Wyniki zostaną omówione dla całej populacji badanych. Wśród badanych firm zmiany dokonała prawie 1/3 (32%), a prawie 70% z nich dokonało takiej zmiany więcej niż raz (szczegółowe dane w tab. 3.13.). Nieco częściej zmian dokonywały firmy średnie (37%), a w przypadku analizy rodzaju działalności firmy produkcyjne (38%). Sądzić zatem można, iż praktyka szukania poprawy efektywności energetycznej w postaci zmiany dostawcy energii jest coraz bardziej popularna, niemniej jednak główną przyczyną może w być w tym przypadku ograniczenie kosztów (co, jak wskazano w tab. 3.11., jest głównym elementem motywującym MŚP do podejmowania działań).

**Tabela 3.13.** Zmiany dostawcy energii

| Liczba zmian dostawcy energii | Częstość (%) |
|-------------------------------|--------------|
| 1                             | 32           |
| 2                             | 27           |
| 3                             | 19           |
| 4                             | 6            |
| 5                             | 13           |
| 6                             | 4            |

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

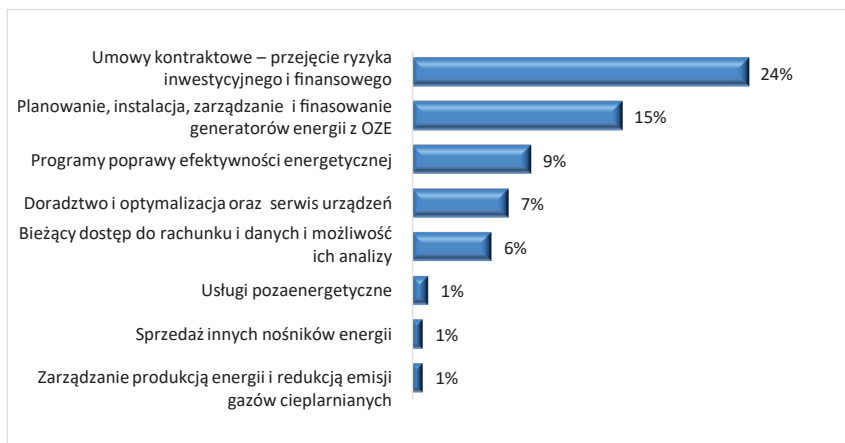


### 3.3.2. Wybór dostawcy energii a oferowane usługi

O wyborze dostawcy energii coraz częściej decyduje nie tylko cena energii, ale i dodatkowe usługi oferenta. W tym etapie badania poddano listę usług związanych z możliwością poprawy EE:

- planowanie, instalacja, zarządzanie i finansowanie generatorów energii ze źródeł odnawialnych,
- umowy kontraktowe – przejście ryzyka inwestycyjnego i finansowego związanego z działaniami na rzecz efektywności energetycznej,
- programy poprawy efektywności energetycznej, np. przeprowadzenie audytu, konsultacji, instalacja urządzeń,
- zarządzanie produkcją energii i redukcją emisji gazów cieplarnianych,
- doradztwo i optymalizacja wykorzystania oraz serwis urządzeń wytwarzających i obierających energię,
- sprzedaż innych nośników energii, np. gazu,
- bieżący dostęp do rachunku i danych oraz możliwość ich analizy,
- usługi pozaenergetyczne.

Jedna trzecia badanych uznała usługi dodatkowe za istotne przy wyborze dostawcy energii. Uzyskana liczba odpowiedzi była zbyt mała, aby dokonywać szczegółowej interpretacji ze względu na wielkość firmy lub dominujący rodzaj działalności. Na rysunku 3.11. przedstawiono ranking usług branych pod uwagę. Jedna czwarta firm, które uznały inne usługi oferowane przez dostawców za istotne, wskazała na umowy kontraktowe pozwalające przejście ryzyka inwestycyjnego i finansowego związanego z działaniami na rzecz EE, a 15% na planowanie, instalację, zarządzanie i finansowanie generatorów energii ze źródeł odnawialnych. Na klasyczne programy EE wskazało zaledwie 9% respondentów. Otrzymane wyniki mogą świadczyć o ograniczonym zainteresowaniu usługami dodatkowymi związanymi z zarządzaniem energią, może to być powodowane brakiem wiedzy i kompetencji z zakresu zarządzania energią na nowym rynku energii, przy jednoczesnej chęci do podejmowania działań dotyczących produkcji energii z OZE.



**Rysunek 3.11.** Usługi dodatkowe brane pod uwagę przez MŚP podczas wyboru dostawcy energii

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

### 3.3.3. Udział w programach zarządzania popytem na energię (DSM)

W wyniku badania stwierdzono, iż udział w programach zarządzania popytem na energię (DSM), które mają na celu ograniczanie zużycia energii, jest bardzo niski. 88% firm nie zna takich programów, 8% je zna, ale do nich nie przystąpiło, tylko 4% w nich uczestniczy (rys. 3.12.). Dostawcy energii od wielu lat oferują tego typu programy odbiorcom. Brak wiedzy może zatem świadczyć o niewystarczającym aspekcie marketingowym takiej oferty. Programy te są podstawą zarządzania popytem na energię, zatem sądzić należy, że ich znajomość i stosowanie będą rosły.



**Rysunek 3.12.** Udział w programach zarządzania popytem na energię

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

### 3.3.4. Możliwość stosowania różnych programów taryfowych

Półowa badanych firm wyraziła zainteresowanie stosowaniem różnych rodzajów taryf. Taryfy te odnoszą się do cen, ale zakładają też podejmowanie określonych działań, np. ograniczenie korzystania z energii w określonych godzinach lub wydania zgody dostawcy, decydowanie o stopniu wykorzystania energii przez określone urządzenia. Aby uzyskać opinię badanych na temat preferencji w zakresie poszczególnych typów taryf, przygotowano następującą listę najczęściej stosowanych taryf

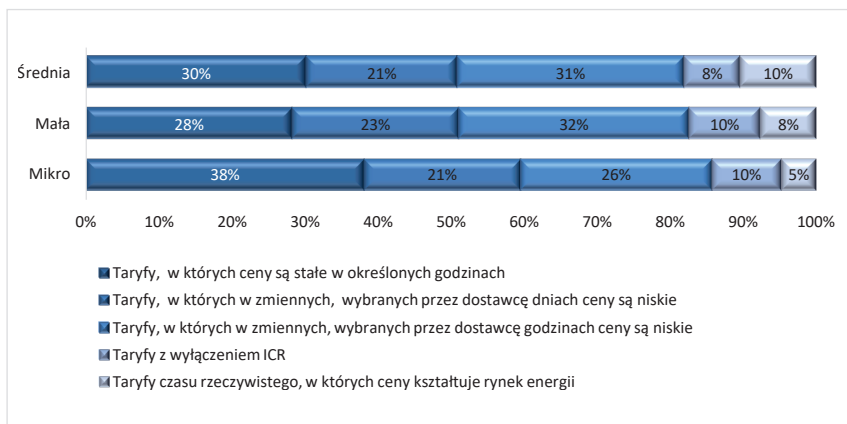
- taryfy, w których ceny są stałe w określonych godzinach,
- taryfy, w których, w zmiennych wybranych przez dostawcę dniach, ceny są niskie,
- taryfy, w których, w zmiennych wybranych przez dostawcę godzinach, ceny są niskie,
- taryfy z wyłączeniem ICR – programy, w których dostawca decyduje o wykorzystaniu energii przez urządzenia,
- taryfy czasu rzeczywistego, w których ceny kształtuje rynek energii (ceny zmieniają się na bieżąco np. co 15 minut w wyniku podaży i popytu na rynku energii).

Respondenci mieli możliwość wyboru więcej niż jednej opcji. Większość badanych firm nie była zainteresowana tym rodzajem zarządzania zużyciem energii. Wyniki analiz z zainteresowania poszczególnymi taryfami z uwzględnieniem wielkości przedsiębiorstwa i rodzaju działalności zaprezentowano w tabelach 3.14. i 3.15. Taryfami, w których ceny są stałe w określonych godzinach, najbardziej były zainteresowane firmy średnie (45%), podobnie taryfami, w których, w zmiennych wybranych przez dostawcę dniach, ceny są niskie (44%) i godzinach (47%). Taryfy z wyłączeniem znalazły jednakowe zainteresowanie małych i średnich firm (o 41%), taryfami czasu rzeczywistego najbardziej zainteresowane były firmy średnie. W przypadku dominującej działalności taryfami, w których ceny są stałe w określonych godzinach, najbardziej były zainteresowane firmy produkcyjne (58%), podobnie w przypadku zmiennych dni i godzin (określanych przez dostawcę) odpowiednio 52% i 51%. Taryfami z wyłączeniem w równym stopniu 45,5% byli zainteresowani respondenci firm produkcyjnych i usługowych. Taryfy czasu rzeczywistego również dominowały w firmach produkcyjnych (62%). Na rysunkach 3.13. i 3.14. pokazano z kolei rozkłady dla wielkości przedsiębiorstwa i dominującej działalności. Najwyższe zainteresowanie wzbudziły taryfy, w których ceny są stałe w określonych godzinach, oraz taryfy, w których w zmiennych wybranych przez dostawcę godzinach ceny są niskie. Zbyt mała liczba odpowiedzi nie pozwala jednak na wysnuwanie szerszych wniosków.

**Tabela 3.14.** Zainteresowanie rodzajami taryf na energię z uwzględnieniem wielkości firmy

| Wielkość firmy | Taryfy, w których ceny są stałe w określonych godzinach |        | Taryfy, w których (w zmiennych wybranych przez dostawcę dniach) ceny są niskie |        | Taryfy, w których (w zmiennych wybranych przez dostawcę godzinach) ceny są niskie |        | Taryfy z wyłączeniem ICR |        | Taryfy czasu rzeczywistego, w których ceny kształtuje rynek energii |        |
|----------------|---|--------|--|--------|---|--------|--------------------------|--------|---|--------|
|                | %   | liczba | %  | liczba | %   | liczba | %                        | liczba | %   | liczba |
| mikro          | 21  | 16     | 17   | 9      | 14  | 11     | 18                       | 4      | 10  | 2      |
| mała           | 34  | 26     | 39   | 21     | 38  | 29     | 41                       | 9      | 33  | 7      |
| średnia        | 45  | 35     | 44   | 24     | 47  | 36     | 41                       | 9      | 57  | 12     |
| Ogółem         |   | 77     |  | 54     |   | 76     |                          | 22     |   | 21     |

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.



**Rysunek 3.13.** Zainteresowanie typami taryf przez mikro, małe i średnie firmy

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

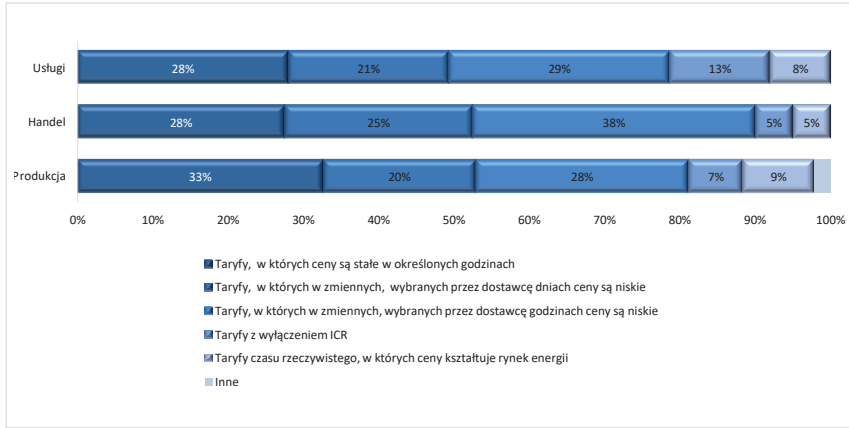
Wśród organizacji, które wyraziły zainteresowanie taryfami, można zauważyć zainteresowanie firm produkcyjnych taryfami czasu rzeczywistego, w których ceny w krótkich okresach czasowych, np. co 15 minut, kształtuje rynek energii. Firmy te wyraziły największe zainteresowanie różnymi typami taryf. Chętnie wskazywały też taryfy, w których ceny są stałe w określonych godzinach, co z kolei może wynikać z zarządzania i tworzenia harmonogramów produkcji. Przyczyny zainteresowania poszczególnymi typami taryf nie podlegały badaniom.

**Tabela 3.15.** Zainteresowanie rodzajami taryf na energię z uwzględnieniem rodzaju działalności

| Dominujący rodzaj działalności | Taryfy, w których ceny są stałe w określonych godzinach |        | Taryfy, w których w zmiennych wybranych przez dostawcę dniach ceny są niskie |        | Taryfy, w których w zmiennych wybranych przez dostawcę (w godzinach) ceny są niskie |        | Taryfy z wyłączeniem ICR |        | Taryfy czasu rzeczywistego, w których ceny kształtuje rynek energii |        |
|--------------------------------|---|--------|--|--------|---|--------|--------------------------|--------|---|--------|
|                                | %   | liczba | %  | liczba | %   | liczba | %                        | liczba | %   | liczba |
| produkcja                      | 58  | 45     | 52   | 28     | 51  | 39     | 45,5                     | 10     | 62  | 13     |
| handel                         | 14  | 11     | 19   | 10     | 20  | 15     | 9                        | 2      | 10  | 2      |
| usługi                         | 27  | 21     | 30   | 16     | 29  | 22     | 45,5                     | 10     | 29  | 6      |
| Ogółem                         |   | 77     |  | 54     |   | 76     |                          | 22     |   | 21     |

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

Najmniej zainteresowani różnymi rodzajami taryf byli przedstawiciele firm handlowych. Jak wskazują inne badania, na ten wynik może wpływać prawo własności i warunki najmu lokalu.



**Rysunek 3.14.** Zainteresowanie typami taryf przez firmy o działalności usługowej, handlowej i produkcyjnej

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

### 3.3.5. Zakup urządzeń produkujących energię

Transformacja cyfrowa sprawia, iż prosumenci mogą przejąć znaczną kontrolę nad zarządzaniem energią, jej wykorzystaniem i produkcją. W produkcji energii rośnie udział energii ze źródeł odnawialnych, takich jak wiatr i słońce. Dla podejmowania działań prosumpcyjnych niezbędne jest zakupienie urządzeń produkujących energię. Respondentów zapytano o zainteresowanie zakupem urządzeń i udział w rynku energii.

Przeprowadzone testy nie wykazały istotnych różnic w rozkładach wartości dla wielkości przedsiębiorstwa i rodzaju działalności. Zatem interpretacja otrzymanych wyników zostanie przeprowadzona dla całej grupy badanych. Większość firm nie jest zainteresowana zakupem urządzeń produkujących energię, 10% planuje taki zakup, a 5% już je zainstalowało i wykorzystuje (rys. 3.15.). Biorąc pod uwagę fakt, że liczba programów promujących zakup takich urządzeń oraz że fotowoltaika jest elementem strategii CSR, wynik ten jest bardzo niski. Udział energii ze źródeł odnawialnych prawie się podwoił w latach 2004–2018. W 2018 r.

energia ze źródeł odnawialnych stanowiła 18,9% zużycia energii w UE, co oznacza postęp w drodze do osiągnięcia wyznaczonego na 2020 r. celu 20% (*Renewable energy statistics*). Przyczynił się do tego wzrost w sektorach przemysłu, usług i gospodarstw domowych. Badane organizacje, wykorzystujące i planujące zakup urządzeń, nie stanowią nawet 15%. Wynik ten wskazuje na potrzebę tworzenia promujących i wspierających działań inwestycyjnych MŚP w tym obszarze.

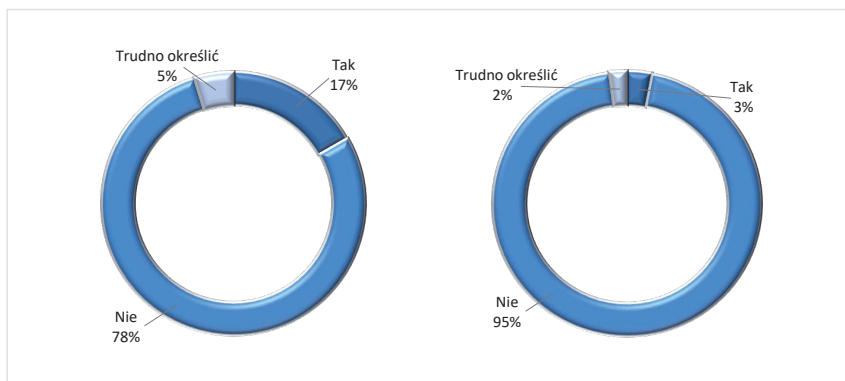


**Rysunek 3.15.** Zainteresowanie zakupem urządzeń produkujących energię

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

Handel energią elektryczną w Polsce odbywa się w trzech zasadniczych segmentach rynku energii: rynku kontraktowym, rynku giełdowym i rynku bilansującym. Liberalizacja rynku energii sprawiła, że odbiorcy mogą brać w nim udział. Na temat udziału w rynku energii wypowiedziała się nieco ponad 1/3 badanych, z czego tylko 17% chciałaby brać udział w rynku energii samodzielnie, a aż 95% nie chce korzystać z pomocy pośrednika (rys. 3.16.).

Wyniki te wskazują na brak wiedzy o możliwościach, jakie daje udział w rynku energii, ale z drugiej strony trzeba zauważyć, że dosyć ograniczone są obecnie możliwości tego udziału. Wraz z postępem liberalizacji rynku energii należy oczekiwać wzrostu zainteresowania tymi zagadnieniami. Duży udział mogą w tym obszarze mieć programy i fundusze motywujące do nowych działań.



**Rysunek 3.16.** Zainteresowanie samodzielnym udziałem w rynku energii i udziałem przez pośrednika

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

### 3.4. Wykorzystanie i postrzeganie możliwości, jakie daje cyfryzacja w obszarze EE

Trzecie główne zagadnienie badawcze miało na celu sprawdzenie, w jaki sposób firmy sektora MŚP postrzegają możliwości cyfryzacji. Jak wskazano w rozdziale drugim, technologie cyfrowe wpływają na potencjał zwiększenia efektywności energetycznej. Cyfryzacja pozwala na wsparcie wszystkich interesariuszy. Pozwala konsumentom i prosumentom na komfort wykorzystania i obniżenie kosztów energii.

Zarówno proste rozwiązania związane ze zbieraniem i analizowaniem danych z punktów poboru energii, jak i tworzenie platform, czy przyłączanie się do większych ekosystemów powiązanych z zarządzaniem energią pozwalają menadżerom koordynować bieżące działania oraz tworzyć role dla określonych reguł działania w rynku energii. W sektorze produkcyjnym inwestycje w cyfrowe technologie pozwalają zoptymalizować fazę planowania i projektowania rozwiązań technologicznych poprzez zastosowanie modeli kosztu oraz zarządzanie zużyciem energii na bardzo wczesnym etapie.



W celu znalezienia odpowiedzi na pytanie badawcze dotyczące wykorzystania informatyzacji i postrzegania możliwości, jakie daje cyfryzacja w zakresie EE, sformułowano następujące pytania pomocnicze, które następnie użyto w kwestionariuszu ankiety:

- Czy w MŚP istnieje system pomiaru zużycia energii oraz czy pozyskiwane dane są analizowane?
- Jak MŚP postrzegają cyfrowe platformy wspierające zarządzanie energią?

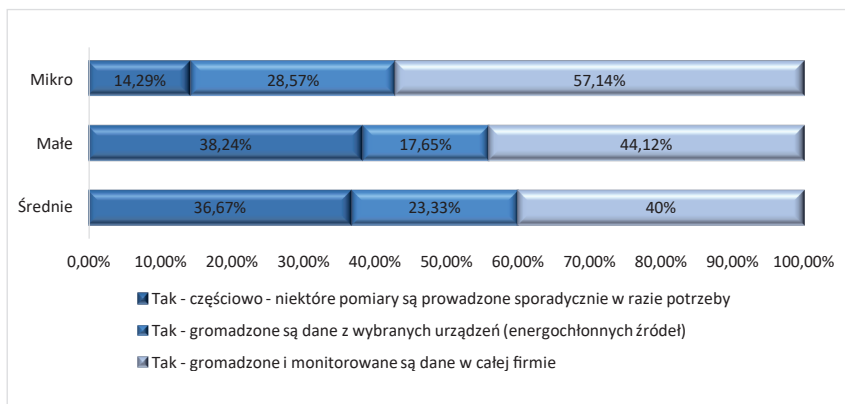
### **3.4.1. Pomiar zużycia energii i analiza danych**

System monitorowania zużycia energii wraz z definicją wskaźników wydajności efektywności energetycznej stanowi podstawę zarządzania i oceny podejmowania działań. Badaniu poddano zakres monitorowania w oparciu o następujące poziomy:

- pomiar sporadyczny – niektóre pomiary są prowadzone sporadycznie w razie potrzeby,
- pomiar częściowy – gromadzone są dane z wybranych urządzeń (energochłonnych źródeł),
- pomiar całościowy – gromadzone i monitorowane są dane w całej firmie,
- brak pomiaru.

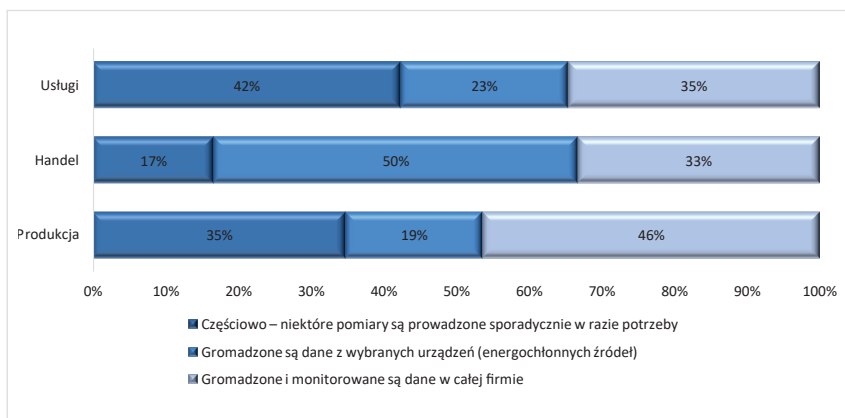
Na podstawie przeprowadzonych testów stwierdzono, iż wielkość firmy oraz dominujący rodzaj działalności mają wpływ na wprowadzenie systemu pomiaru energii (rodzaj działalności, statystyka chi-kwadrat = 19,031;  $df = 2$ ;  $p = 0,000$  ( $< \alpha = 0,05$ ), wielkość firmy (statystyka chi-kwadrat = 37,191;  $df = 2$ ;  $p = 0,000$  ( $< \alpha = 0,05$ ).

Tylko ok. 41% badanych firm wprowadziła tego typu system i gromadziła dane. W większości (59%) były to firmy średnie, a w 34% małe. Uzyskane wyniki przedstawiają rysunki 3.17. (z uwzględnieniem wielkości firmy) i 3.18. (z uwzględnieniem rodzaju działalności). Bardziej zaawansowane systemy pomiaru stosują firmy małe i średnie. Duży odsetek mikrofirm gromadzących i monitorujących dane w całej firmie może wynikać z faktu, iż często bywa to jeden licznik. 46% firm produkcyjnych, które wprowadziły pomiar, stosuje pomiar całościowy, połowa firm handlowych prowadzi pomiar częściowy dla urządzeń energochłonnych.



**Rysunek 3.17.** System monitorowania zużycia energii z uwzględnieniem wielkości firmy

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.



**Rysunek 3.18.** System monitorowania zużycia energii z uwzględnieniem dominującego rodzaju działalności

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

Dla oceny stopnia analizy gromadzonych danych wykorzystano następujące poziomy:

- analiza w przypadku wykrycia nieprawidłowości,
- regularna analiza dla wykrywania trendów w konsumpcji,
- okresowa analiza w celu porównania wyników z innymi organizacjami/firmami o podobnym profilu działalności i ogólnej charakterystyce,

- bieżąca analiza – szczegółowe analizy konsumpcji energii prowadzone w czasie rzeczywistym.

Nie wykazano zależności statystycznej pomiędzy wielkością firmy a stopniem analizy zgromadzonych danych. Podobnie nie ma zależności stwierdzono w przypadku dominującego rodzaju działalności. Wyniki zostaną zaprezentowane dla całej populacji badanych.

Około 1/3 z badanych firm, które wprowadziły pomiar zużycia energii, przeglądała regularnie dane uzyskane z systemu monitorowania w celu wykrycia trendów w konsumpcji energii, 28% zaś dokonuje szczegółowych analiz w czasie rzeczywistym, a 16% okresowo porównuje wyniki w celu benchmarkingu (rys. 3.19.). Natomiast tylko 15% analizuje takie dane w przypadku wykrycia nieprawidłowości, zaś 11% nie dokonuje w ogóle analiz. Stwierdzić zatem można, że gromadzenie danych sprzyja poprawie EE i jeśli są one w badanych MŚP gromadzone, to są też w większości analizowane.



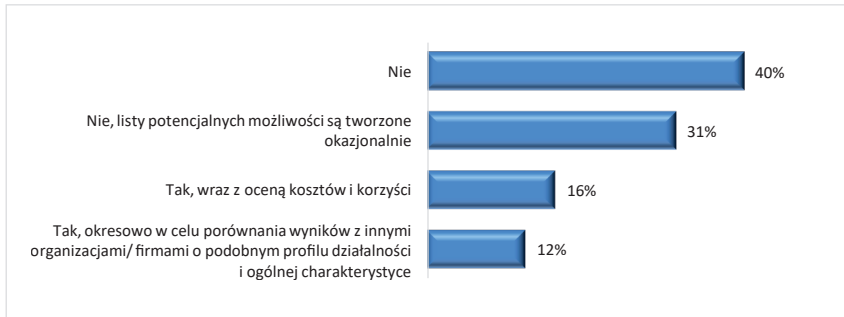
**Rysunek 3.19.** Analiza gromadzonych danych

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

Kolejnym krokiem było badanie sprawdzające, czy w firmie prowadzi się dokumentację uzyskanych wyników danych dla poszukiwania potencjalnych źródeł oszczędności energetycznych. Nie wykazano zależności statystycznej pomiędzy wielkością firmy a stopniem analizy zgromadzonych danych. Podobnie brak zależności stwierdzono w przypadku dominującego rodzaju działalności. Wyniki zostaną zaprezentowane dla całej populacji badanych.

W wyniku przeprowadzonej analizy danych stwierdzono, że 40% badanych firm, które wprowadziły pomiar zużycia energii, analizując dane pochodzące z systemu monitorowania, nie prowadzi jednak dokumentacji

uzyskanych wyników w celu poszukiwania potencjalnych źródeł oszczędności energetycznych (rys. 3.20.), 31% tworzy takie listy w razie potrzeby, natomiast 16% tworzy je wraz z dokumentacją kosztów i korzyści, a tylko 12% dla celów benchmarkingu.



**Rysunek 3.20.** Dokumentacja i wykorzystanie pozyskanych analiz danych w celu poszukiwania potencjalnych źródeł oszczędności energetycznych

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

Badając postrzeganie, jakie daje cyfryzacja w zakresie EE, sprawdzono, czy firmy wykorzystują systemy informatyczne zarządzania energią, które ułatwiają gromadzenie i analizę danych otrzymanych z pomiarów oraz prowadzenie dokumentacji.



**Rysunek 3.21.** Korzystanie z informatycznych systemów zarządzania energią

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

Wśród badanych przedsiębiorstw, które wprowadziły pomiar zużycia energii, tylko 10% korzystało z informatycznych systemów zarządzania

energiją, 4% planuje zastosowanie i dokonało wstępnego rozeznania rynku (rys. 3.21.). W większości przypadków były to firmy produkcyjne. 9% respondentów wyraziło zainteresowanie korzystaniem z tego typu systemu w modelu chmury publicznej (prywatnej lub publicznej).

Prowadzenie pomiarów, gromadzenie danych i ich analiza pozwalają efektywnie zarządzać zużyciem energii. O ile dane gromadzi nieco ponad 40% badanych firm, to wśród nich tylko 30% regularnie je monitoruje, większość nie prowadzi odpowiedniej dokumentacji uzyskanych wyników, które mogą być potencjalnym źródłem poszukiwania oszczędności energetycznych

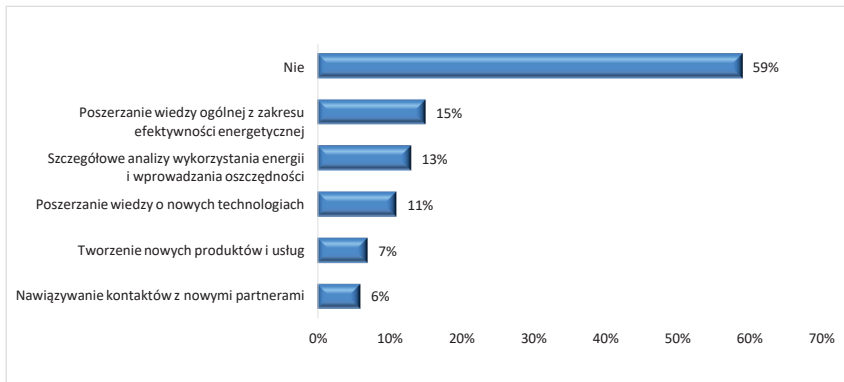
### **3.4.2. Postrzeganie cyfrowych platform do zarządzania energią**

Cyfrowe platformy pozwalają nie tylko na automatyczne operacje i bieżące monitorowanie zużycia energii, ale w szerszym kontekście stają się ekosystemami, środowiskiem współpracy wspierającym powstawanie nowych modeli biznesowych i usług. To złożone środowiska, które pozwalają i ułatwiają kontrolę przepływu energii oraz rozliczenia między rozproszonymi wytwórcami energii a jej odbiorcami. Platformy energii, podobnie jak inne, muszą zapewniać równość dostępu i być ekonomicznie opłacalne. Tylko wzbudzenie zaangażowania jej użytkowników zadecyduje o jej trwałości funkcjonowania. Lista elementów powodujących zainteresowanie platformami dotyczyć może wielu czynników ekonomicznych czy społeczno-środowiskowych. Badanie postrzegania platform jako środowiska wspierającego działania na rzecz EE przeprowadzono na ogólnym poziomie, pytając respondentów o ich zainteresowanie w zakresie:

- otrzymania dostępu do szczegółowej analizy kosztów wykorzystania energii i wprowadzania oszczędności,
- nawiązywania kontaktów z nowymi partnerami,
- tworzenia i oferowania nowych produktów i usług,
- poszerzania wiedzy o nowych technologiach,
- poszerzania wiedzy ogólnej z zakresu efektywności energetycznej.

Pytanie zaprojektowano tak, by respondenci mieli możliwość wielokrotnego wyboru. Dodano także opcje: „brak zainteresowania” i „trudno powiedzieć”. Prawie 60% badanych firm nie było zainteresowanych platformami (rys. 3.22.), 9% nie miało na ten temat zdania. Dla 15% platformy

są źródłem poszerzania wiedzy ogólnej z zakresu EE i tylko 13% wykorzystuje je do szczegółowej analizy kosztów wykorzystania energii i wprowadzania oszczędności. Rozwój platform cyfrowych to nowe możliwości dla transformacji biznesu, a otrzymane niskie wyniki mogą być spowodowane nadal niskim stopniem transformacji cyfrowej sektora energii, być może także niskim stopniem cyfryzacji badanych organizacji i korzystania z innych cyfrowych platform. Zatem wyniki te nie muszą świadczyć o braku zainteresowania wspierania działań na rzecz EE za pośrednictwem platform. Zagadnienie ogólnego stopnia cyfryzacji organizacji nie było przedmiotem tego badania.



**Rysunek 3.22.** Postrzeganie platform cyfrowych do zarządzania energią

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

Model biznesowy w postaci platformy staje się dominującym w obecnej gospodarce. Zrozumienie, jak architektura platformy energii wpływa na tworzenie wartości oraz wzajemne oczekiwania interesariuszy, czy ich wymagania/oczekiwania w stosunku do organów administracyjnych i organizacji członków w zakresie postrzegania, ale i kształtowania polityki energetycznej kraju/regionu, jest kluczowe dla wdrażania określonych idei i działań. Rozwój platform jest bardzo dynamiczny. Niski odsetek zainteresowania platformami energii wśród badanych może wynikać z faktu, że obecnie w Europie funkcjonuje ich około 200 (badania nie dotyczyły Polski), ale są raczej małe, mają charakter regionalny i są skoncentrowane wokół dużych miast (Duch-Brown, Rossetti, 2020).

Przeprowadzono także badanie, jak MŚP postrzegają bariery i wyzwania związane z przystępowaniem do klastrów energii, które dają szansę

pozyskania nowych partnerów i nowych możliwości biznesowych oraz dostępu do informacji i wiedzy, jako głównych czynników motywujących do szerszej efektywności energetycznej. Z badania wynika, że badane polskie MŚP mają świadomość korzyści wynikających ze współpracy i tworzenia nowych modeli biznesowych. Istotny w tym zakresie okazał się aspekt dostępu do wiedzy, postrzegany jako czynnik motywujący do przystąpienia do klastrów EE. Z drugiej strony zaobserwowano niskie postrzeganie modelu usług chmury obliczeniowej, zwłaszcza w przypadku outsourcingu infrastruktury, co z kolei może wskazywać na wątpliwości MŚP związane z nowymi modelami biznesowymi – szczegółowe wyniki tych badań omówiono w Pamuła (2020).

### 3.5. Wykorzystanie i ocena źródeł wiedzy

Jedną z podstawowych, podawanych w literaturze, barier powodujących niepodjęcie działań na rzecz efektywności energetycznej jest brak dostępu do wiedzy. W badaniach (Leszczyńska, Lee, 2016) przeprowadzonych wśród polskich przedsiębiorstw przemysłowych wskazano, że niechęć do podejmowania działań wynika z braku wiedzy o korzyściach wprowadzania EE. Brak wiedzy dotyczy głównie obszarów związanych z poszczególnymi technologiami, możliwości i sposobu oceny potencjału energetycznego przedsiębiorstwa, czy też bardziej szczegółowo – przeprowadzania audytu energetycznego. Wagę tej bariery potwierdza fakt, że została ona wskazana jako bardzo istotna przez 83 respondentów omawianego badania.

W niniejszym badaniu, analizując działania na rzecz EE, zbadano, jak MŚP oceniają wybrane źródła wiedzy z tego obszaru. Ocenie poddano listę różnych źródeł, dostępnych w różnych formatach. Lista w przygotowanym pytaniu kwestionariusza zawierała następujące pozycje:

- strony dostawców energii,
- szkolenia on-line i tradycyjne,
- wydarzenia organizowane przez klastry, zrzeszenia,
- wyniki audytu,
- firmy doradcze i usługi płatne,
- doradztwo w ramach bezpłatnych inicjatyw finansowanych przez UE,
- biuletyny i czasopisma branżowe,
- portale organizacji rządowych i samorządowych (np. KAPE, FOŚiGW),

- portale wybranych projektów naukowych,
- inne portale ogólnie dostępne udostępniające wiedzę bez konieczności logowania,
- platformy systemów zarządzania energią.

Do oceny stopnia wykorzystania wybranych źródeł wiedzy przygotowano skalę rankingową od 1 (nie korzysta) do 6 (bardzo dobre źródło). Respondenci w kolejnym pytaniu mieli możliwość podania innych źródeł, z których korzystają. Analizę pozyskanych danych przedstawiono w tabeli 3.16.

Otrzymane wyniki wskazują na to, iż respondenci nie korzystają z większości wymienionych w badaniu źródeł dostępu do wiedzy. Najwyżej ocenili strony dostawców energii oraz szkolenia on-line lub tradycyjne. Średnia ocena pozostałych pozycji, z wyjątkiem platform systemów zarządzania energią i portali projektów naukowych, dla których średnia wyniosła poniżej 3, była podobna – wahała się od 3,10 do 3,34. Niewiele firm oceniło źródła jako bardzo dobre. Wśród innych źródeł respondenci wymieniali głównie kontakty z innymi praktykami. Uwagę zwraca duży odsetek firm niekorzystających ze źródeł (ocena w kolumnie nr 1).

**Tabela 3.16.** Ocena wybranych źródeł wiedzy

| Źródło wiedzy  | Rozkład odpowiedzi (%) |          |          |          |          |          | Średnia  | Odchylenie standardowe |
|--|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------------------|
|  | 1                      | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        |          |                        |
| <b>1</b>   | <b>2</b>               | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>7</b> | <b>8</b> | <b>9</b>               |
| Strony dostawców energii   | 27                     | 6        | 10       | 26       | 26       | 5        | 4,29     | 1,612                  |
| Szkolenia on-line i tradycyjne   | 46                     | 4        | 8        | 21       | 19       | 3        | 3,68     | 1,692                  |
| Doradztwo w ramach bezpłatnych inicjatyw finansowanych przez UE                | 52                     | 5        | 16       | 10       | 11       | 6        | 3,34     | 1,580                  |
| Portale organizacji rządowych i samorządowych (np. KAPE, FOŚiGW)               | 53                     | 9        | 10       | 15       | 11       | 3        | 3,26     | 1,543                  |
| Biuletyny i czasopisma branżowe  | 53                     | 9        | 12       | 13       | 11       | 3        | 3,25     | 1,528                  |
| Wyniki audytu  | 61                     | 4        | 6        | 12       | 13       | 4        | 3,21     | 1,634                  |
| Inne portale ogólnie dostępne udostępniające wiedzę bez konieczności logowania | 54                     | 10       | 10       | 14       | 9        | 4        | 3,21     | 1,518                  |
| Firmy doradcze i usługi płatne   | 61                     | 6        | 9        | 10       | 10       | 4        | 3,11     | 1,548                  |



**Tabela 3.16** (cd.)

| 1   | 2  | 3  | 4 | 5  | 6 | 7 | 8    | 9     |
|---|----|----|---|----|---|---|------|-------|
| Wydarzenia organizowane przez klastry, zrzeszenia | 59 | 8  | 6 | 16 | 9 | 2 | 3,10 | 1,504 |
| Platformy systemów zarządzania energią            | 62 | 9  | 7 | 14 | 6 | 2 | 2,96 | 1,400 |
| Portale wybranych projektów naukowych             | 61 | 13 | 6 | 11 | 8 | 2 | 2,94 | 1,397 |

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

Strony dostawców energii odwiedzane są zwykle przy płaceniu rachunków, zgłaszaniu problemów lub poszukiwaniu nowych dostawców, stąd może wynikać ich szersza znajomość. Wynik ten może też świadczyć o tym, że w przypadku MŚP skutecznierzym rozwiązaniem byłoby stworzenie wspólnej bazy wiedzy, niż jej rozproszenie. Poszukiwanie informacji w rozproszonych źródłach jest bardziej czasochłonne, co przy ograniczonych zasobach osobowych, zwłaszcza w mniejszych firmach, może być przyczyną braku podejmowania działań. Najniżej respondenci ocenili portale projektów naukowych. Oferta rozwiązań dla MŚP jest w tym zakresie coraz bogatsza, np. na stronie [pl.start2act.eu](http://pl.start2act.eu) została stworzona platforma oszczędzania energii, która oprócz bazy wiedzy i konkursów zawiera internetowy kurs wiedzy o efektywności energetycznej stworzony w oparciu o doświadczenia biura firmy Geonardo, zajmującej się EE. Opracowane i udostępnione zostały także najlepsze praktyki w zarządzaniu energią, zapewniające jednocześnie komfortowe warunki pracy.

W tabeli 3.17. zebrano wyniki oceny źródeł wiedzy, uwzględniając wielkość przedsiębiorstwa. Wyniki analiz danych umieszczone w tej tabeli wskazują, iż średnia ocena danego źródła jest tym wyższa, im większe jest przedsiębiorstwo.

**Tabela 3.17.** Ocena wybranych źródeł wiedzy przez mikro, małe i średnie przedsiębiorstwa

| Źródło wiedzy            |         | Średnia | Odchylenie standardowe |
|--------------------------|---------|---------|------------------------|
| 1                        | 2       | 3       | 4                      |
| Strony dostawców energii | mikro   | 3,48    | 1,600                  |
|                          | małe    | 4,15    | 1,653                  |
|                          | średnie | 4,90    | 1,329                  |

| 1  | 2       | 3    | 4     |
|--|---------|------|-------|
| Szkolenia on-line i tradycyjne   | mikro   | 3,15 | 1,635 |
|  | małe    | 3,41 | 1,611 |
|  | średnie | 4,23 | 1,653 |
| Wydarzenia organizowane przez klastry, zrzeszenia                              | mikro   | 2,73 | 1,364 |
|  | małe    | 2,87 | 1,413 |
|  | średnie | 3,53 | 1,574 |
| Wyniki audytu  | mikro   | 2,60 | 1,368 |
|  | małe    | 3,15 | 1,646 |
|  | średnie | 3,63 | 1,663 |
| Firmy doradcze i usługi płatne   | mikro   | 2,52 | 1,172 |
|  | małe    | 2,91 | 1,444 |
|  | średnie | 3,64 | 1,675 |
| Doradztwo w ramach bezpłatnych inicjatyw finansowanych przez UE                | mikro   | 2,90 | 1,411 |
|  | małe    | 3,21 | 1,541 |
|  | średnie | 3,73 | 1,634 |
| Biuletyny i czasopisma branżowe  | mikro   | 2,72 | 1,379 |
|  | małe    | 3,02 | 1,470 |
|  | średnie | 3,77 | 1,517 |
| Portale organizacji rządowych i samorządowych (np. KAPE, FOŚiGW)               | mikro   | 2,70 | 1,293 |
|  | małe    | 3,00 | 1,447 |
|  | średnie | 3,83 | 1,591 |
| Portale wybranych projektów naukowych  | mikro   | 2,55 | 1,185 |
|  | małe    | 2,83 | 1,340 |
|  | średnie | 3,27 | 1,497 |
| Inne portale ogólnie dostępne udostępniające wiedzę bez konieczności logowania | mikro   | 2,72 | 1,354 |
|  | małe    | 3,08 | 1,534 |
|  | średnie | 3,62 | 1,503 |
| Platformy systemów zarządzania energią   | mikro   | 2,55 | 1,171 |
|  | małe    | 2,79 | 1,331 |
|  | średnie | 3,34 | 1,499 |

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

W tabeli 3.18. podano wyniki oceny źródeł wiedzy, uwzględniając dominujący rodzaj działalności. Z otrzymanych danych wynika, iż wyższe

oceny wystawiały firmy produkcyjne. Najniższą ocenę w większości przyznawały firmy handlowe (wyjątkiem biuletynów i pism branżowych, gdzie ocena ta była wyższa niż w przypadku firm usługowych).

**Tabela 3.18.** Ocena wybranych źródeł wiedzy przez MŚP ze względu na dominujący rodzaj działalności

| Źródło wiedzy  |           | Średnia | Odchylenie standardowe |
|--|-----------|---------|------------------------|
| 1  | 2         | 3       | 4                      |
| Strony dostawców energii   | produkcja | 4,43    | 1,604                  |
|  | handel    | 3,38    | 1,588                  |
|  | usługi    | 4,25    | 1,619                  |
| Szkolenia on-line i tradycyjne                                   | produkcja | 3,691   | 1,707                  |
|  | handel    | 3,22    | 1,641                  |
|  | usługi    | 3,86    | 1,674                  |
| Wydarzenia organizowane przez klastry, zrzeszenia                | produkcja | 3,18    | 1,524                  |
|  | handel    | 2,86    | 1,417                  |
|  | usługi    | 3,08    | 1,516                  |
| Wyniki audytu  | produkcja | 3,35    | 1,651                  |
|  | handel    | 2,89    | 1,600                  |
|  | usługi    | 3,11    | 1,615                  |
| Firmy doradcze i usługi płatne                                   | produkcja | 3,38    | 1,654                  |
|  | handel    | 2,58    | 1,339                  |
|  | usługi    | 2,89    | 1,369                  |
| Doradztwo w ramach bezpłatnych inicjatyw finansowanych przez UE  | produkcja | 3,53    | 1,634                  |
|  | handel    | 2,86    | 1,437                  |
|  | usługi    | 3,25    | 1,514                  |
| Biuletyny i czasopisma branżowe                                  | produkcja | 3,32    | 1,484                  |
|  | handel    | 3,31    | 1,572                  |
|  | usługi    | 2,86    | 1,570                  |
| Portale organizacji rządowych i samorządowych (np. KAPE, FOŚiGW) | produkcja | 3,45    | 1,576                  |
|  | handel    | 2,75    | 1,339                  |
|  | usługi    | 3,18    | 1,533                  |

| 1  | 2         | 3    | 4     |
|--|-----------|------|-------|
| Portale wybranych projektów naukowych  | produkcja | 2,84 | 1,374 |
|  | handel    | 2,72 | 1,485 |
|  | usługi    | 3,04 | 1,400 |
| Inne portale ogólnie dostępne udostępniające wiedzę bez konieczności logowania | produkcja | 3,32 | 1,520 |
|  | handel    | 2,78 | 1,495 |
|  | usługi    | 3,23 | 1,509 |
| Platformy systemów zarządzania energią   | produkcja | 3,03 | 1,468 |
|  | handel    | 2,78 | 1,376 |
|  | usługi    | 2,91 | 1,304 |

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

Wiedza jest podstawą zastosowania nowych technologii i nowych rozwiązań biznesowych w obszarze EE. Badane firmy wskazały ją jako jedną z głównych barier, jednocześnie zwracając uwagę na niki zainteresowania źródłami tej wiedzy. Ten stan rzeczy może mieć wiele przyczyn. Może być to wynikiem zbyt małej popularyzacji tych źródeł lub zbyt skomplikowanego sposobu dostępu do nich. Jest to bardzo istotny obszar dalszych badań. Prawidłowe rozpoznanie tego problemu może znacznie przyspieszyć proces podejmowania działań na rzecz EE.

### 3.6. Ocena dojrzałości badanych MŚP w zakresie działań na rzecz EE

Wdrożenie normy ISO 50001 czy przeprowadzenie pełnego audytu energetycznego to narzędzia pozwalające ocenić stopień dojrzałości organizacji w zakresie działań na rzecz efektywności energetycznej. Podejścia do oceny działań na rzecz EE, oparte na modelach dojrzałości, w przypadku MŚP może dawać lepsze efekty wspierania EE niż przeprowadzanie audytów energetycznych (Prashar, 2017b). Szczegółowe programy audytów kierowane do MŚP przyczyniają się do promowania praktyk w zakresie efektywności energetycznej, ale ze względu na znaczną złożoność i jednakowe podejście do wszystkich organizacji mogą mieć ograniczoną skuteczność (Prashar, 2017b).

Kompleksowe modele dojrzałości opisywane w rozdziale pierwszym sprawdzają się w dużych organizacjach, natomiast w przypadku MŚP

mogą być mało przydatne ze względu na brak zasobów i profesjonalnej wiedzy, aby spełnić specyficzne wymagania, np. normy ISO 50001. Konceptje uproszczonych modeli w celu określenia ram dojrzałości efektywności energetycznej stanowią w tym przypadku akceptowalne i prowadzące do realnej poprawy EE rozwiązania.

Podsumowując wyniki przeprowadzonego badania, dokonano uproszczonej oceny dojrzałości badanych MŚP w zakresie działań na rzecz EE. W tym celu przyjęto wskaźnik, w którym dokonano oceny dojrzałości na podstawie uzyskanych w ankietach odpowiedzi dotyczących podejmowanych działań i postrzegania takich możliwości.

Odpowiedziom na pytania ankiety przypisano określone punkty. Liczba przypisanych punktów pytania została uzależniona od kafeterii pytania. W przypadku pytań jednokrotnego wyboru skala wynosiła od 0 do maksimum 4 punktów. W przypadku pytań wielokrotnego wyboru każda z opcji kafeterii przypisano 1 punkt (w przypadku wyboru) lub 0 (przy braku zaznaczenia opcji).

Ogólny poziom dojrzałości został obliczony jako suma punktów dla ocenianych pytań; maksymalna liczba punktów, którą organizacja mogła uzyskać wynikającą z przyjętego systemu obliczeń, wynosiła 88. Po obliczeniu poziomu dojrzałości przeanalizowano rozkład zmiennej.

Wśród badanych MŚP minimalną uzyskaną wartością było 1, a maksymalną 64. Średni poziom dojrzałości wynosił 20,76 (poniżej 1/4 możliwych punktów). Mediana wynosiła 18. Odchylenie standardowe wynosiło 12,938, co świadczy o znacznym zróżnicowaniu poziomów dojrzałości badanych przedsiębiorstw. Klasyczny współczynnik asymetrii wskazał na asymetrię dodatnią (0,742), co oznacza, iż w większości przedsiębiorstw zanotowano poziom dojrzałości w zakresie efektywności poniżej średniej. Kurtozą wyniosła -0,092, co wskazuje na przesunięcie rozkładu normalnego w stronę platykurtycznego, zatem koncentracja wartości wokół średniej jest nieco mniejsza niż w rozkładzie normalnym. W tabeli 3.19. przedstawiono podstawowe statystyki opisowe. Analizie poddano sumę uzyskanych punktów, dodatkowo policzono współczynnik poziomu działań na rzecz EE jako stosunek średniej do maksymalnej liczby możliwych punktów (88). Jedna czwarta badanych firm uzyskała do 10 punktów, 60% do 20 punktów, 75% do 30. Aż 95% nie uzyskało połowy możliwych punktów. Prawie 50% uzyskało współczynnik do 0,2. Można zatem powiedzieć, że dojrzałość badanych MŚP w zakresie działań na rzecz EE

jest raczej niska. Tabela 3.20. przedstawia wyniki oceny dojrzałości respondentów w przedziałach co 10 punktów.

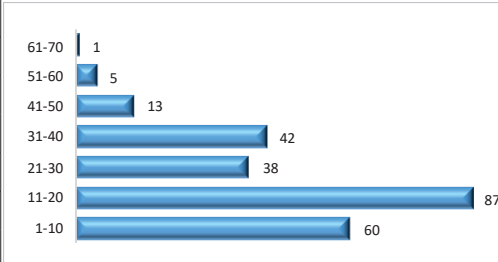
**Tabela 3.19.** Statystyki opisowe zmiennej „poziom dojrzałości”

| Statystyka opisowa   | Wartość |
|--|---------|
| Średnia  | 20,76   |
| Błąd standardowy średniej  | 0,825   |
| Mediana  | 18      |
| Odchylenie standardowe   | 12,938  |
| Skośność   | 0,742   |
| Kurtoza  | -0,092  |
| Rozstęp  | 63      |
| Minimum  | 1       |
| Maksimum   | 64      |
| 1 kwartyl  | 11      |
| 3 kwartyl  | 30,25   |
| Współczynnik średni liczony jako średnia w stosunku do maksymalnej | 0,24    |

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

**Tabela 3.20.** Ocena dojrzałości w zakresie efektywności energetycznej badanej grupy przedsiębiorstw sektora MŚP

| Przedział punktów | Liczba MŚP |
|-------------------|------------|
| 1-10              | 60         |
| 11-20             | 87         |
| 21-30             | 38         |
| 31-40             | 42         |
| 41-50             | 13         |
| 51-60             | 5          |
| 61-70             | 1          |



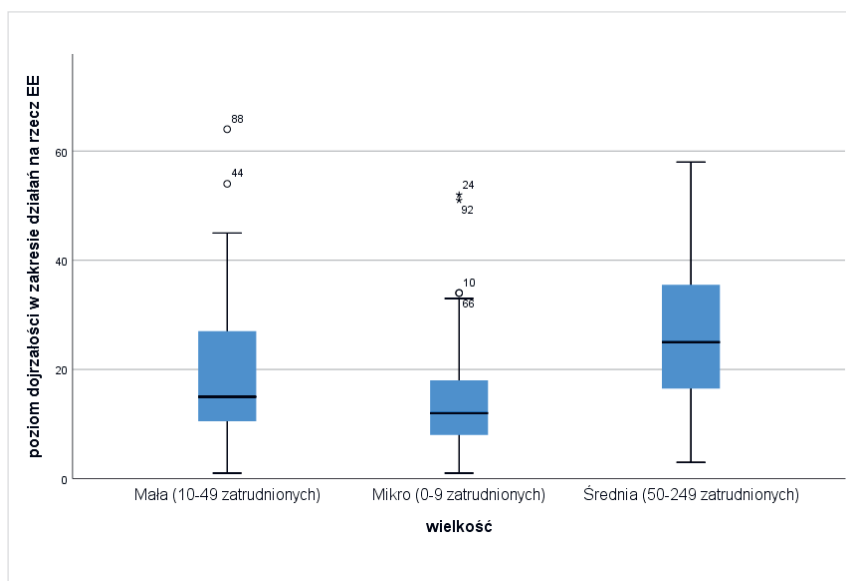
| Współczynnik | Liczba MŚP | % MŚP    | % skumulowany |
|--------------|------------|----------|---------------|
| <b>1</b>     | <b>2</b>   | <b>3</b> | <b>4</b>      |
| 0-0,1        | 40         | 16,26    | 16,26         |
| 0,1-0,2      | 81         | 32,93    | 49,19         |
| 0,2-0,3      | 55         | 22,36    | 71,54         |

**Tabela 3.20** (cd.)

| 1       | 2  | 3     | 4      |
|---------|----|-------|--------|
| 0,3–0,4 | 30 | 12,20 | 83,74  |
| 0,4–0,5 | 26 | 10,57 | 94,31  |
| 0,5–0,6 | 11 | 4,47  | 98,78  |
| 0,6–0,7 | 2  | 0,81  | 99,59  |
| 0,7–0,8 | 1  | 0,41  | 100,00 |

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

W dalszej części postępowania badawczego dotyczącego stopnia dojrzałości badanych organizacji w zakresie działań na rzecz EE sprawdzono, czy poziom ten jest zróżnicowany w zależności od charakterystyki przedsiębiorstwa, takich jak: wielkość przedsiębiorstwa, dominujący rodzaj prowadzonej działalności, wiek czy wysokość wydatków na energię.



**Rysunek 3.23.** Poziom dojrzałości w zakresie działań na rzecz EE według wielkości przedsiębiorstwa

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

W tabeli 3.21. przedstawiono wyniki dotyczące osiągniętego poziomu dojrzałości w zakresie EE, uwzględniając wielkość przedsiębiorstw. Poziom dojrzałości badanych wskazuje na pewne zróżnicowanie, zwłaszcza

w przypadku przedsiębiorstw średnich (por. rys. 3.23.), test Kruskala-Wallisa ( $\sim 0,000$ ) wskazał także na występowanie różnic między rozkładami wartości poziomu dojrzałości w zakresie działań na rzecz EE a wielkością przedsiębiorstwa.

Średnie przedsiębiorstwa osiągnęły wyższe wyniki w ocenie dojrzałości. Mikroprzedsiębiorstwa średnio uzyskały 14,53 punktu, małe 19,37, średnie 25,75. Większość mikro i małych przedsiębiorstw uzyskała do 20 punktów (nieco mniej 1/4 możliwych do uzyskania), większość przedsiębiorstw średnich otrzymała do 40 punktów (nieco mniej niż 1/2 możliwych do uzyskania). Współczynnik w firmach średnich wyniósł prawie 30%.

**Tabela 3.21.** Ocena dojrzałości w zakresie efektywności energetycznej mikro, małych i średnich przedsiębiorstw

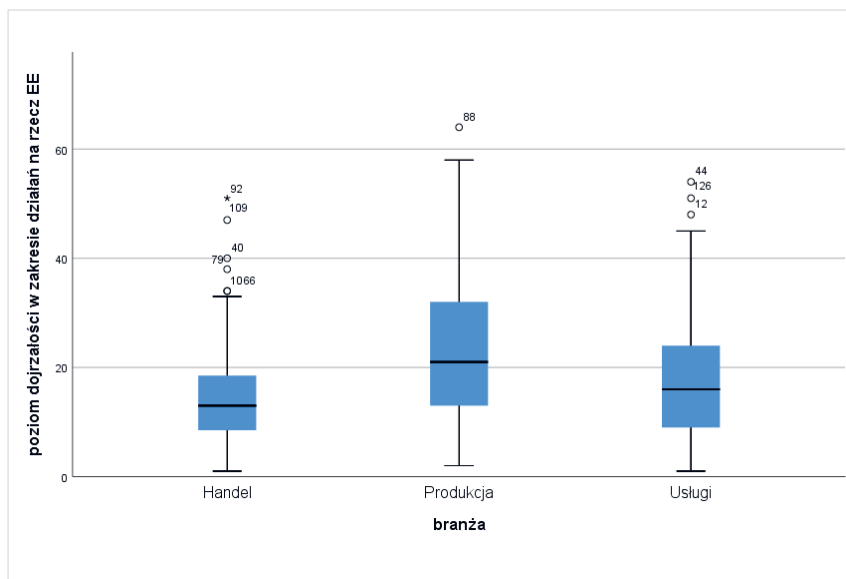
| Przedział punktów | Mikro<br>(0-9 zatrudnionych) | Mała<br>(10-49<br>zatrudnionych) | Średnia<br>(50-249<br>zatrudnionych) |
|-------------------|------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| 1-10              | 28                           | 22                               | 10                                   |
| 11-20             | 21                           | 36                               | 30                                   |
| 21-30             | 6                            | 9                                | 23                                   |
| 31-40             | 3                            | 14                               | 25                                   |
| 41-50             | -                            | 4                                | 9                                    |
| 51-60             | 2                            | 1                                | 2                                    |
| 61-70             |                              | 1                                |                                      |
| Min-max           | 1-52                         | 1-64                             | 3-58                                 |
| Średnia           | 14,53                        | 19,37                            | 25,75                                |
| Współczynnik      | 0,17                         | 0,22                             | 0,29                                 |
| Dominanta         | 9                            | 11                               | 25                                   |
| 1 kwartyl         | 8                            | 10,5                             | 16,5                                 |
| Mediana           | 12                           | 15                               | 25                                   |
| 3 kwartyl         | 18                           | 27                               | 35,5                                 |

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

W tabeli 3.22. przedstawiono wyniki, uwzględniając dominujący rodzaj działalności przedsiębiorstwa. Poziom dojrzałości badanych wskazuje na pewne zróżnicowanie, zwłaszcza w przypadku przedsiębiorstw produkcyjnych (por. rys. 3.24.), test Kruskala-Wallisa (0,001) wskazał także



na występowanie różnic między rozkładami wartości poziomu dojrzałości w zakresie działań na rzecz EE a dominującym rodzajem działalności przedsiębiorstwa.



**Rysunek 3.24.** Poziom dojrzałości w zakresie działań na rzecz EE według dominującego rodzaju działalności przedsiębiorstwa

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

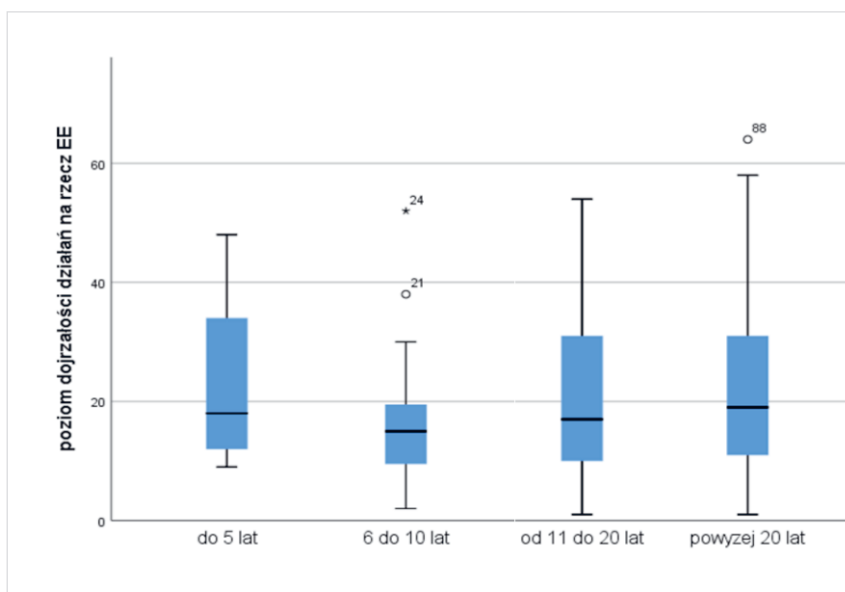
Największą rozpiętość ocen oraz najwyższą średnią zaobserwowano wśród przedsiębiorstw produkcyjnych. Uzyskana średnia przez przedsiębiorstwa handlowe wynosiła 16,8, produkcyjne 23,2, a usługowe 18,56.

**Tabela 3.22.** Ocena dojrzałości w zakresie efektywności energetycznej w podziale na dominujący rodzaj działalności

| Przedziały punktowe | Handel   | Produkcja | Usługi   |
|---------------------|----------|-----------|----------|
| <b>1</b>            | <b>2</b> | <b>3</b>  | <b>4</b> |
| 1-10                | 12       | 21        | 27       |
| 11-20               | 16       | 42        | 29       |
| 21-30               | 1        | 30        | 7        |
| 31-40               | 5        | 25        | 12       |
| 41-50               | 1        | 9         | 3        |
| 51-60               | 1        | 2         | 2        |

| 1            | 2     | 3    | 4     |
|--------------|-------|------|-------|
| 61-70        | -     | 1    | -     |
| Min-max      | 1-51  | 2-64 | 1-54  |
| Średnia      | 16,8  | 23,2 | 18,56 |
| Współczynnik | 0,19  | 0,26 | 0,21  |
| Dominanta    | 15    | 9    | 25    |
| 1 kwartyl    | 8,75  | 13   | 9     |
| Mediana      | 13    | 21,5 | 16    |
| 3 kwartyl    | 17,75 | 32,5 | 23    |

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.



**Rysunek 3.25.** Poziom dojrzałości w zakresie działań na rzecz EE według wieku przedsiębiorstwa

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

W tabeli 3.23. przedstawiono wyniki, uwzględniając wiek przedsiębiorstwa. W każdej z grup zaobserwowano duży rozrzut pomiędzy uzyskiwanymi wynikami. Przedsiębiorstwa uzyskiwały od 1 punktu do ponad 60 punktów (w przypadku przedsiębiorstw najdłużej funkcjonujących). W badanej próbie dominowały przedsiębiorstwa w wieku

powyżej 20 lat. Uzyskana średnia wynosiła od 17,2 do 23,1. Test Kruskala-Wallisa (0,678) wykazał jednak, iż poziom dojrzałości w zakresie działań na rzecz EE badanych organizacji nie wskazuje na znaczne zróżnicowanie ze względu na wiek przedsiębiorstwa (por. rys. 3.25.).

Największą rozpiętość ocen zaobserwowano wśród przedsiębiorstw najstarszych. W tej grupie zaobserwowano także najwyższą medianę wynoszącą 19 punktów.

**Tabela 3.23.** Ocena dojrzałości w zakresie efektywności energetycznej w podziale na wiek przedsiębiorstwa

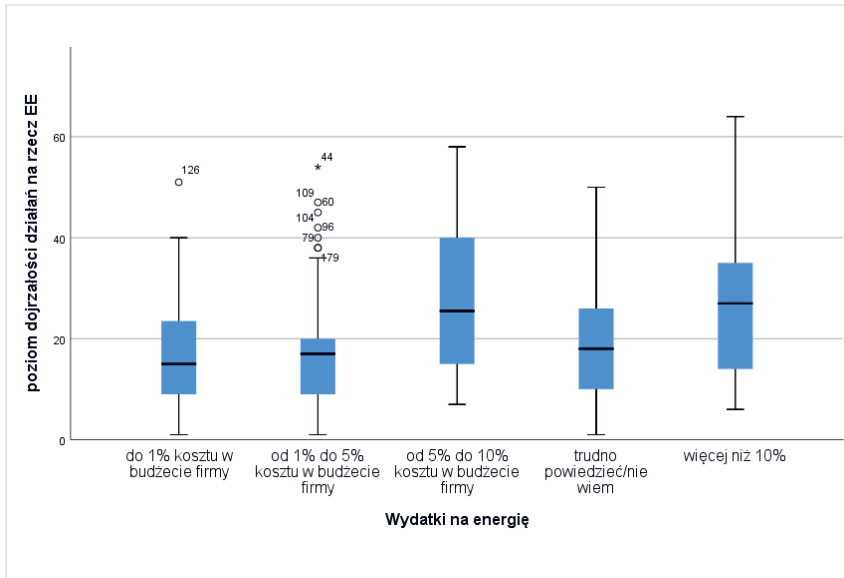
| Przedziały punktowe | do 5 lat | od 6 do 10 lat | 11 do 20 lat | Powyżej 20 lat |
|---------------------|----------|----------------|--------------|----------------|
| 1-10                | 1        | 6              | 15           | 37             |
| 11-20               | 3        | 5              | 18           | 58             |
| 21-30               | -        | 2              | 7            | 28             |
| 31-40               | 1        | 1              | 12           | 27             |
| 41-50               | 1        | -              | 1            | 11             |
| 51-60               | -        | 1              | 1            | 3              |
| 61-70               | -        | -              | -            | 1              |
| Min-Max             | 9-48     | 2-52           | 1-54         | 1-64           |
| Średnia             | 23,1     | 17,2           | 19,78        | 21,38          |
| Współczynnik        | 0,26     | 0,20           | 0,22         | 0,24           |
| 1 kwartyl           | 13       | 9,5            | 10           | 11             |
| Mediana             | 18       | 15             | 17           | 19             |
| 3 kwartyl           | 30,5     | 19,5           | 29,75        | 31             |

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

W tabeli 3.24. przedstawiono wyniki dotyczące poziomu dojrzałości w zakresie działań na rzecz EE, uwzględniając poziom wydatków na energię. Poziom dojrzałości badanych wskazuje na pewne zróżnicowanie, zwłaszcza w przypadku przedsiębiorstw o wydatkach od 5% do 10% kosztu w budżecie firmy (por. rys. 3.26.), test Kruskala-Wallisa (~0,000).

Przedsiębiorstwa, które mają wyższe wydatki na energię, osiągnęły wyższy poziom dojrzałości w zakresie działań na rzecz EE. Potwierdzają to wyniki innych badań przytoczonych w rozdziale 1. Średni poziom wydatków przedsiębiorstw, których respondenci nie znali poziomu wydatków na energię, był zbliżony do poziomu wydatków do 5%, można zatem

uznać, iż nie stanowił on istotnej pozycji budżetowej w tych firmach. Uzyskana średnia przez przedsiębiorstwa o wydatkach na energię powyżej 5% kosztu w budżecie była o prawie 10 punktów wyższa.



**Rysunek 3.26.** Poziom dojrzałości w zakresie działań na rzecz EE według poziomu wydatków na energię przedsiębiorstwa

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

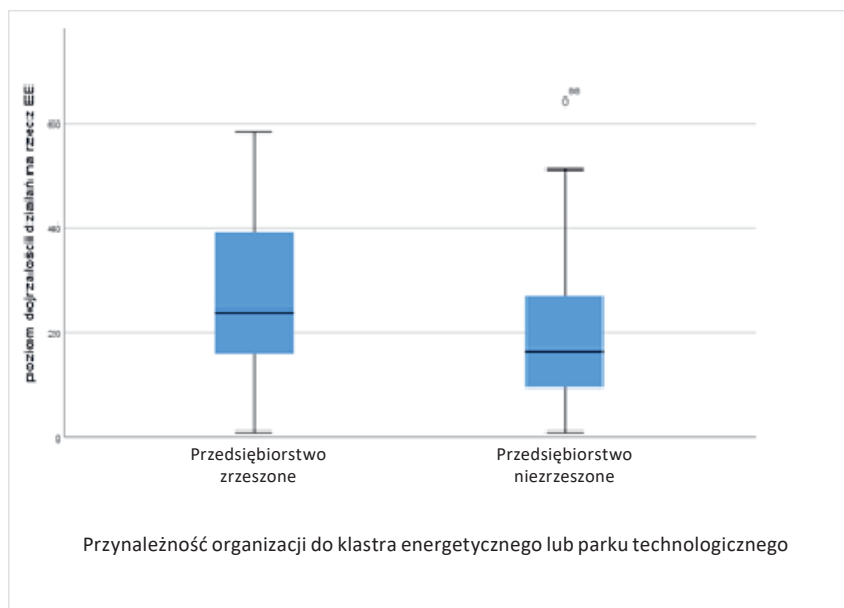
**Tabela 3.24.** Ocena dojrzałości w zakresie efektywności energetycznej w podziale na procent kosztu, jaki w budżecie stanowią wydatki na energię

| Przedziały punktowe | do 1% kosztu w budżecie | od 1% do 5% kosztu w budżecie | od 5% do 10% kosztu w budżecie | pow. 10% kosztu w budżecie | trudno powiedzieć |
|---------------------|-------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------|-------------------|
| <b>1</b>            | <b>2</b>                | <b>3</b>                      | <b>4</b>                       | <b>5</b>                   | <b>6</b>          |
| 1-10                | 15                      | 16                            | 2                              | 4                          | 23                |
| 11-20               | 20                      | 24                            | 15                             | 2                          | 26                |
| 21-30               | 7                       | 3                             | 7                              | 5                          | 16                |
| 31-40               | 8                       | 6                             | 9                              | 5                          | 14                |
| 41-50               | -                       | 3                             | 6                              | 1                          | 3                 |
| 51-60               | 1                       | 1                             | 3                              | -                          | -                 |
| 61-70               | -                       | -                             | -                              | 1                          | -                 |
| Min-max             | 1-51                    | 1-54                          | 7-58                           | 6-64                       | 1-50              |

**Tabela 3.24** (cd.)

| 1            | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Średnia      | 17,24 | 18,42 | 28,07 | 26,83 | 19,4  |
| Współczynnik | 0,20  | 0,21  | 0,32  | 0,30  | 0,22  |
| Dominanta    | 11    | 20    | 14    | 10    | 8     |
| 1 kwartyl    | 9     | 9     | 15,25 | 14,5  | 10    |
| Mediana      | 15    | 17    | 25,5  | 27    | 18    |
| 3 kwartyl    | 23,5  | 20    | 40    | 34,75 | 25,75 |

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.



**Rysunek 3.27.** Poziom dojrzałości w zakresie działań na rzecz EE a przynależność organizacji do klastra energetycznego lub parku technologicznego.

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

W tabeli 3.25. przedstawiono wyniki, uwzględniając przynależność badanych organizacji do klastrów energetycznych lub parków technologicznych. Większość badanych przedsiębiorstw (80%) stanowiły organizacje niezrzeszone. Efekt przynależności do klastra energetycznego lub parku technologicznego był widoczny w postaci nie tylko wyższej średniej wartości (współczynnik 0,30), ale i dominanty o wartości 40 (wynoszącej

prawie połowę możliwych punktów; współczynnik 0,45). Potwierdza to pozytywny wpływ takiej przynależności. Poziom dojrzałości badanych wskazuje na zróżnicowanie między tymi dwoma grupami (por. rys. 3.27.), potwierdza to test U Manna-Whitneya ( $\sim 0,000$ ), który także świadczy o występowaniu różnic między rozkładami wartości poziomu dojrzałości w zakresie działań na rzecz EE a przynależnością do klastra energii lub parku technologicznego.

**Tabela 3.25.** Ocena dojrzałości w zakresie efektywności energetycznej z uwzględnieniem przynależności organizacji do klastra energii lub parku technologicznego

| Przedziały punktowe | Przedsiębiorstwo niezrzeszone | Przedsiębiorstwo zrzeszone |
|---------------------|-------------------------------|----------------------------|
| 1-10                | 56                            | 4                          |
| 11-20               | 72                            | 15                         |
| 21-30               | 25                            | 13                         |
| 31-40               | 32                            | 10                         |
| 41-50               | 9                             | 4                          |
| 51-60               | 1                             | 4                          |
| 61-70               | 1                             | -                          |
| Min-max             | 1-64                          | 1-58                       |
| Średnia             | 19,23                         | 26,78                      |
| Współczynnik        | 0,22                          | 0,30                       |
| Dominanta           | 8                             | 40                         |
| 1 kwartyl           | 9,75                          | 16                         |
| Mediana             | 16,5                          | 24                         |
| 3 kwartyl           | 26,5                          | 38,75                      |

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie uzyskanych wyników badania.

Przedstawione w tym rozdziale wyniki postępowania badawczego dotyczącego stopnia dojrzałości badanych organizacji w zakresie działań na rzecz EE wskazują na ich zróżnicowany poziom w zależności od badanej charakterystyki przedsiębiorstwa z wyjątkiem wieku przedsiębiorstwa.

### 3.7. Podsumowanie

Uzyskane wyniki wskazują na niezbyt duże zainteresowanie MŚP działaniami na rzecz EE, ale nie odbiegają mocno od rezultatów publikowanych przez innych badaczy np. (Thollander i in., 2016). Poziom zaangażowania rośnie w przypadku większych firm, natomiast więcej działań podejmuje firmy produkcyjne. Obowiązek przeprowadzenia audytów energetycznych znacznie wpływa na poprawę działań w zakresie EE. W przypadku MŚP wyniki badań Schleich i Fleiter (2019) sugerują, że przeprowadzenie audytu przyczynia się do wzrostu efektywności energetycznej o 10–20 punktów procentowych. Brak obowiązku przeprowadzenia audytu przez MŚP w przypadku prezentowanych w tej pracy badań pokazała, że ponad 3/4 respondentów nie prowadziła działań związanych z przeprowadzeniem tego procesu. Jego wprowadzenie, nawet w ograniczonej postaci, mogłoby wpłynąć na poprawę działań w zakresie EE. Większe firmy, zwłaszcza te, dla których dominującym obszarem jest produkcja, częściej postrzegają działania związane z efektywnością energetyczną jako istotne i podejmują więcej działań w tym obszarze. Głównym czynnikiem motywującym do działań jest chęć obniżenia kosztów i rosnące ceny energii. Potwierdzeniem tego jest też liczba zmian dostawców energii, jaką zgłosiły badane firmy. Na tej podstawie można stwierdzić, że dla badanych organizacji zagadnienia związane z działaniami na rzecz efektywności energetycznej są jednak istotne.

Mimo promocji i działań wspierających zakup urządzeń produkujących energię większość badanych firm nie jest zainteresowana ich zakupem, nikt nie jest także zainteresowany udziałem w rynku energii (zaledwie 17% badanych). Podkreślić jednak należy, iż po okresie wykonania badania obserwuje się stały wzrost produkcji energii ze źródeł odnawialnych. W przypadku badanych organizacji tylko 15% wykorzystuje lub planuje zakup tego typu urządzeń. Wynik ten świadczy o potrzebie wzmocnienia działań wspierających inwestycje MŚP w tym obszarze. Jak wykazano w pracy, istotnym czynnikiem dla MŚP jest aspekt kosztowy, zatem koniecznym elementem dalszych badań są szczegółowe analizy dotyczące wpływu na decyzje inwestycyjne oraz operacyjne systemów rozliczeń w nowym rynku energii, w tym systemy pobieranych opłat i poziom kosztów, nie tylko sama cena energii. W badaniach światowych podkreśla się rolę korzyści nieenergetycznych (*non energy benefits*)

wynikających z wdrożenia odpowiednich praktyk w zwiększaniu EE. Przeprowadzone postępowanie badawcze przemawia za tym, że aspekty środowiskowe są dla MŚP istotne, za motywator podejmowanych działań uznało je ponad 84% badanych, na aspekty zrównoważonego rozwoju wskazało ponad 50%.

Cyfryzacja staje się powoli czynnikiem wspierającym działania MŚP na rzecz EE. Około 1/3 z badanych firm, które wprowadziły pomiar zużycia energii, przeglądała regularnie dane uzyskane z systemu monitorowania w celu wykrycia trendów w konsumpcji energii, prawie 1/3 dokonuje szczegółowych analiz w czasie rzeczywistym, a 16% okresowo porównuje uzyskane wyniki w celu benchmarkingu. Niewiele firm korzysta z informatycznych systemów zarządzania energią, planuje zastosowanie i dokonało wstępnego rozeznania rynku, prawie 60% badanych firm nie było też zainteresowanych platformami energii. Ten etap cyfryzacji w badanych organizacjach można uznać za bardzo wczesny. Głównym źródłem wiedzy o możliwościach działań w zakresie EE pozostają strony dostawców energii.

Przedstawione w tej monografii rozważania oraz wyniki badań, mimo iż ograniczone w swoim zakresie (liczbie pozyskanych rekordów), przyczyniają się do poszerzenia wiedzy dotyczącej czynników motywujących wprowadzanie działań efektywności energetycznej w MŚP, dając pewien obraz działań na rzecz EE polskich przedsiębiorstw. Trzeba jednak zauważyć, że badanie ma określone mankamenty – zostało przeprowadzone metodą ankietową, a jak wskazuje literatura, ten typ badań związany jest z samooceną wynikającą z pozytywnego lub negatywnego nastawienia respondentów do poszczególnych pytań, przez co nie wszystkie odpowiedzi mogą być udzielane zgodnie z prawdą (Karbownik, 2017). Badania wykonywane były przez profesjonalną firmę, ale istnieje określona niepewność co do kompetencji i wiedzy respondentów. Dodatkowo obszar badania powoduje, że małe firmy mogą nie doceniać opłacalnego potencjału poprawy efektywności energetycznej (Fleiter i in., 2012). Ponadto badanie dotyczyło wybranych obszarów działań na rzecz efektywności energetycznej i powiązania ich z cyfryzacją. Liczba uzyskanych odpowiedzi wynosi tylko 246, a koszt pozyskania wyników od większej grupy respondentów jest jednak bardzo wysoki.

Istniejąca duża dynamika zmian w zakresie cyfryzacji i transformacji rynku energii oraz ograniczona liczba badań dotyczących



postrzegania i implementacji tych zmian przez krajowe MŚP uzasadniają podjęcie badań, a wyniki dają pewien obraz postaw w badanym okresie. Z punktu widzenia rozwoju wiedzy o stosowaniu działań na rzecz EE istotne było przygotowanie opracowania, które pozwoliłoby na identyfikację kluczowych elementów wspierających działania na efektywności energetycznej wśród MŚP. Biorąc pod uwagę fakt, iż konieczne jest dalsze intensywne podejmowanie działań na rzecz zrównoważonego rozwoju, badania takie powinny być kontynuowane. W obszarze cyfryzacji energii istotne jest podejmowanie dalszych badań roli i wpływu platform na wzajemne powiązania i oddziaływania wszystkich interesariuszy, w tym MŚP i indywidualnych odbiorców. Jak podają Duch-Brown i Rossetti (2020), obszarem badawczym powinna być ewolucja platform oraz siła pośrednich efektów sieciowych. Platformy zmieniają postrzeganie „wartości” płynącej z energii, dostępu do niej, możliwości uczynienia jej produktem handlowym, elementem redukcji kosztów czy też elementem pozwalającym na prowadzenie odpowiedzialnych działań środowiskowych.

# Zakończenie

Efektywność energetyczna dotyczy wszystkich podmiotów, w tym jednostek administracji publicznej, zarówno rządowej, jak i lokalnej, przedsiębiorstw sektora prywatnego i finansowego, organizacji non profit, a także gospodarstw domowych. Od działań wszystkich interesariuszy zależy efekt końcowy dla środowiska. MŚP stanowią znaczną większość organizacji biznesowych gospodarki i podejmowane przez nie działania mają ogromne znaczenie. Aby jednak podejmować efektywne działania, muszą one dysponować danymi i informacjami pozwalającymi im na świadome decyzje dotyczące celów, strategii, programów i inwestycji. Możliwość poprawy istnieje na całej długości łańcucha dostaw energii – począwszy od etapu jej pozyskiwania, poprzez etap jej przekształcania i przesyłania, a zwłaszcza wykorzystania. Wzrost zakresu i poziomu działań na rzecz EE może przebiegać nie tylko poprzez optymalizację procesów produkcyjnych, ale też przez zwiększanie efektywności energetycznej budynków czy wykorzystanie transportu. Cyfrowa rewolucja zbliża do siebie producentów i odbiorców energii, rozmywając granice pomiędzy podażą a popytem, sprzedawcą a odbiorcą. Zmiany na rynku energii, platformy inteligentnych wzajemnie połączonych sieci oraz interoperacyjność systemów obrotu i zarządzania energią, a także wykorzystanie potencjału sztucznej inteligencji prowadzą do zwiększania roli odbiorców/prosumentów. Rynek energii staje się podobny do rynku informatycznego i oba te rynki nawzajem się przenikają. Nowe technologie, takie jak blockchain, mogą znacząco usprawnić proces zarządzania i bezpieczeństwa przesyłu informacji. Dzięki cyfryzacji zmienia się oferta, nie tylko usług podstawowych dla odbiorców, ale też oferta usług dodatkowych. Obecny niski poziom posiadania urządzeń do produkcji energii z odnawialnych źródeł i brak chęci uczestnictwa w rynku energii, wskazują na potrzebę przenoszenia ryzyka i oczekiwania wsparcia ze strony organów rządowych. Fotowoltaika staje się elementem strategii CSR. Następuje spadek kosztów inwestycji oraz uberyzacja rynku paneli, zapewniająca łatwiejszy dostęp i mniejsze ryzyko inwestycji, co stanowić może istotny element zachęcający do podejmowania działań w tym kierunku.

Masowa prosumpcja energii niesie za sobą również pewne zagrożenia związane z bilansowaniem rynku popytu i podaży energii. Prosumenci

przekazują nadmiar energii z powrotem do sieci, a operatorzy rynku mają na razie bardzo ograniczone możliwości komunikacji i znikomą kontrolę nad tymi producentami. Rozwój infrastruktury i masowe wykorzystanie sensorów pozwala na lepszy monitoring zapotrzebowania na energię oraz efektywne zarządzanie jej przesyłem i magazynowaniem. Agregacja rozproszonych źródeł w większe wirtualne elektrownie i wykorzystanie magazynów energii, wraz z odpowiednim systemem świadczenia usług energetycznych, stają się realnym rozwiązaniem. MŚP będą w nim uczestniczyć, zarządzając zużyciem energii tak, jak innymi zasobami. Wymaga to jednak nie tylko określenia ról i obowiązków, jakie mogą odgrywać uczestnicy rynku energii, ale też przystępnego ich zakomunikowania wraz z określeniem korzyści, jakie MŚP mogłyby osiągnąć. Być może z powodu pandemii wzrost udziału prosumentów w rynku spadnie, gdyż nieco spadły ceny energii i emisji dwutlenku węgla, przez co zmalała opłacalność OZE, z drugiej strony w Polsce ceny energii są bardzo wysokie i nadal rosną.

Priorytet idei zrównoważonego rozwoju sprawia, że decyzje o efektywności energetycznej powinny być podejmowane już w fazie projektowania nowego obiektu przemysłowego czy nowych linii technologicznych. Rozwój narzędzi cyfryzacji pozwala na symulacje i rozwiązania zapewniające poprawę efektywności energetycznej projektów, eliminując już na etapie wstępnym nieodpowiednie scenariusze. Programy i gry symulacyjne mogą też pomóc w zakresie nabywania odpowiednich kompetencji i umiejętności, w zakresie zarządzania nowymi procesami i działaniami. Wsparcie MŚP, również na tym etapie podejmowania decyzji, prowadzić będzie do pozytywnych efektów dla EE.

Stabilne uwarunkowania legislacyjne i programy wsparcia odgrywają podstawową rolę przy podejmowaniu decyzji biznesowych w MŚP, co zostało potwierdzone w przedstawionych badaniach. Do najistotniejszych czynników, przesądzających o końcowym sukcesie działań na rzecz EE, należą: ukierunkowane instrumenty polityczne i odpowiednie zasoby wspierające proces wdrażania i zapewniania zgodności (Farell, 2018).

Różnorodność MŚP sprawia, że trudno określić uniwersalne rozwiązanie lub metodę pozwalającą zapewnić efektywność energetyczną, albowiem zależą one nie tylko od wielkości czy dominującego rodzaju działalności przedsiębiorstwa, ale też od położenia geograficznego i regionu państwa lub nawet miasta. Istotne są cele, jakie wytycza sobie nie tylko

organizacja, ale też administracja, która nadaje kierunek podejmowanym działaniom – to samo dotyczy tworzenia ram instytucjonalnych, opracowywania strategii krajowych i przygotowywania skutecznych pakietów politycznych łączących przepisy, zachęty, środki służące budowaniu zdolności i instrumenty informacyjne (Farell, 2018). Rozwiązania, które kastomizują podejście do potrzeb konkretnego MŚP, są przez nie lepiej postrzegane, a wypracowane rozwiązania skuteczniejsze. Zbiór dobrych praktyk wraz z ogólnodostępnymi narzędziami pozwalającymi dopasować je do potrzeb konkretnego MŚP pozwalałaby na intensyfikację podejmowanych działań na rzecz EE.

Mając dostęp do uniwersalnego narzędzia, MŚP mogą rozpocząć swoje działania od identyfikacji możliwych obszarów do optymalizacji nie tylko ze względu na cele biznesowe, ale także w związku z obowiązkami wynikającymi z ustawy o efektywności energetycznej czy charakterystyką przedsiębiorstwa. Wzorem takiego rozwiązania mogą być ramy dotyczące stosowania technologii IT w organizacji COBIT 2019 wraz z narzędziem pozwalającym organizacji priorytetyzować działania w zakresie cyfryzacji.

Działaniami, które mogą wspomóc MŚP w osiągnięciu efektów w zakresie EE, są przeprowadzenie audytu wewnętrznego oraz implementacja rozwiązań cyfryzacji. Korzystanie z systemów inteligentnych pomiarów oraz inteligentnego naliczania opłat wraz analizą pozyskanych danych daje wymierne efekty.

Platformy cyfrowe odegrają kluczową rolę w dalszym rozwoju biznesu, ułatwiają zawieranie transakcji, wspierają współpracę, stymulują innowacje, a także mobilizują interesariuszy sieci do wymiany informacji i know-how. Dla prawie połowy badanych MŚP aspekt braku wiedzy okazał się bardzo istotnym czynnikiem w przypadku braku podejmowania działań na rzecz EE, niemniej jednak zauważyć trzeba, iż nie wykorzystują one możliwych dostępnych źródeł wiedzy. Powstaje wiele nowych platform, których zadaniem jest, między innymi, pokazanie, w jaki sposób można zarządzać energią w budynkach (np. wprowadzany przez PGNiG), lub jak brać udział w rynku energii. Przystępowanie do platform związanych zarządzaniem energią będzie w niedalekim czasie koniecznością i MŚP powinny być na to przygotowane.



# Bibliografia

- Andersson E., Arfwidsson O., Bergstrand V., Thollander P. (2017). A study of the comparability of energy audit program evaluations. *Journal of Cleaner Production*, vol. 142, s. 2133–2139. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.11.070.
- Antunes P., Carreira P.J., da Silva M.M. (2014). Towards an energy management maturity model. *Energy Policy*, vol. 73, DOI: 10.1016/j.enpol.2014.06.011.
- ATKearney. *Infrastruktura Sieci Domowej (ISD) w ramach Inteligentnych Sieci / HAN within Smart Grids*. Raport Rynkowo-Społeczny. Pobrane z: <https://www.ure.gov.pl/download/9/6347/Raportrynkowy-finalv4.pdf> (dostęp: 12.10.2020).
- Banks N., Fawcett T., Redgrove Z., Gunn M., Mullen J. (2012). *What are the factors influencing energy behaviours and decision-making in the non-domestic sector*. Pobrane z: [https://www.cse.org.uk/downloads/reports-and-publications/behaviour-change/factors\\_influencing\\_energy\\_behaviours\\_in\\_non-dom\\_sector.pdf](https://www.cse.org.uk/downloads/reports-and-publications/behaviour-change/factors_influencing_energy_behaviours_in_non-dom_sector.pdf) (dostęp: 20.08.2020).
- BASEE (2020). *Department for Business, Energy & Industrial Strategy*. Pobrane z: <https://www.gov.uk/government/publications/boosting-access-for-smes-to-energy-efficiency-basee-competition-winning-projects/basee-projects-selected-for-phase-2> (dostęp: 15.09.2020).
- BiznesAlert (2018). *Liczniki smart, jak to wygląda?* Pobrane z: <https://biznesalert.pl/liczniki-smart-jak-to-wyglada/> (dostęp: 15.09.2020).
- Bodas-Freitas I.A., Corrocher N. (2019). The use of external support and the benefits of the adoption of resource efficiency practices: an empirical analysis of European SMEs. *Energy Policy*, vol. 132, s. 75–82. DOI: 10.1016/j.enpol.2019.05.019.
- Brzóska J., Krannich M. (2016). Modele biznesu innowacyjnej energetyki, *Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach*, nr 280.
- Buchmann M. (2017). *Digital platforms in the energy sector – definition & first applications*. Pobrane z: <https://www.enerquire.com/blog/platforms-in-the-energy-sector-definition-and-potential-applications> (dostęp: 10.07.2020).
- Chan Y., Kantamaneni R. (2015). *Study on Energy Efficiency and Energy Saving Potential in Industry from possible Policy Mechanisms*, ICF International. Pobrane z: [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/151201%20DG%20ENER%20Industrial%20EE%20study%20-%20final%20report\\_clean\\_stc.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/151201%20DG%20ENER%20Industrial%20EE%20study%20-%20final%20report_clean_stc.pdf) (dostęp: 15.05.2020).
- Chebbo M., van Hove P., Hatzigrygiou N. (2016). *Digitalisation of energy: a vision becoming today a reality*. Pobrane z: <http://www.europeanenergyinnovation.eu/Articles/Spring-2016/Digitalisation-of-Energy-A-vision-becoming-today-a-reality> (dostęp: 12.07.2020).
- Christoffersen L.B., Larsen A., Togeby M. (2006). Empirical analysis of energy management in Danish industry. *Journal of Cleaner Production*, vol. 14.5, s. 515–526, DOI: 10.1016/j.jclepro.2005.03.017.
- Christophe D. (2019). *Enabling tomorrow's power grid and new business models*. Pobrane z: <https://www.smart-energy.com/industry-sectors/smart-grid/enabling-tomorrows-power-grid-and-new-business-models/> (dostęp: 10.05.2020).

- Contreras S. (2016). *A multi-criteria decision method to prioritise energy improvement projects using sustainability criteria*. Galway: National University of Ireland.
- Cooremans C. (2013). *Investment in Energy Efficiency by Large-Scale Consumers: an innovative audit programme*, Conference: ECEEE. 2013 summer study on energy efficiency At: Presqu'île de Giens Toulon/Hyères, France vol. 2–459–13. Pobrane z: [https://www.researchgate.net/publication/274640355\\_Investment\\_in\\_Energy\\_Efficiency\\_by\\_Large-Scale\\_Consumers\\_an\\_innovative\\_audit\\_programme](https://www.researchgate.net/publication/274640355_Investment_in_Energy_Efficiency_by_Large-Scale_Consumers_an_innovative_audit_programme) (dostęp: 1.08.2020).
- Cornelis E. (2019). History and prospect of voluntary agreements on industrial energy efficiency in Europe. *Energy Policy*, vol. 132, s. 567–582. DOI: 10.1016/j.enpol.2019.06.003.
- Crossley D., Maloney M., Watt G. (2000). *Developing Mechanisms for Promoting Demand-Side Management and Energy Efficiency in Changing Electricity Businesses*, Research Report, No 3, Task VI of the International Energy Agency Demand-Side Management Programme, Energy Futures Australia Pty Ltd.
- Digital platforms in the energy sector – definition & first applications (4.08.2017). Pobrane z: <https://www.enquire.com/blog/platforms-in-the-energy-sector-definition-and-potential-applications> (dostęp: 12.10.2020).
- Duch-Brown N., Rossetti F. (2020). Digital platforms across the European regional energy markets. *Energy Policy*, vol. 144. DOI: 10.1016/j.enpol.2020.111612.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/72/WE z dnia 13 lipca 2009 r. dotycząca wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej i uchylająca dyrektywę 2003/54/WE (Dz.U. UE L 09.211.55).
- Dzienniki UE (2019). *Wdrożenie nowych przepisów z zakresu opomiarowania i rozliczeń zawartych w dyrektywie 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej*. Pobrane z: <https://sip.lex.pl/akty-prawne/dzienniki-UE/wdrozenie-nowych-przepisow-z-zakresu-opomiarowania-i-rozliczen-zawartych-w-69235864> (dostęp: 6.08.2020).
- Eco-Bot (2020). *Personalised ICT-tools for the Active Engagement of Consumers Towards Sustainable Energy*. Pobrane z: <https://cordis.europa.eu/project/id/767625> (dostęp: 15.06.2020).
- EFFI (2009). *Making energy services SME attractive. Implementation of energy services in small and medium sized enterprises – EFFI*. Publishable Report, Ljubljana, April 2009. Pobrane z: [https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/effi\\_publishable\\_final\\_report.pdf](https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/effi_publishable_final_report.pdf) (dostęp: 10.08.2020).
- Engine (2010). *Energy efficiency in small and medium-sized enterprises (ENGINE)*. Pobrane z: <https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/en/projects/engine> (dostęp: 10.06.2020).
- Farrell T. (2018). Wywiad – *Efektywność energetyczna jest korzystna dla wszystkich*. Europejska Agencja Środowiskowa. Pobrane z: <https://www.eea.europa.eu/pl/sygnal42y/sygnaly-2017/artykuly/wywiad-2013-efektywnosc-energetyczna-jest> (dostęp: 15.10.2018).
- Fawcett T., Hampton S. (2020). Why & how energy efficiency policy should address SMEs. *Energy Policy*, vol. 140, 111337. DOI: 10.1016/j.enpol.2020.111337.
- Fawcett T., Rosenow J., Bertoldi P. (2019). Energy efficiency obligation schemes: their future in the EU. *Energy Efficiency*, vol. 12, s. 57–71. DOI: 10.1007/s12053-018-9657-1.
- Finnerty N., Sterling R., Coakley D., Keane D., Keane M.M. (2017). An energy management maturity model for multi-site industrial organizations with a global presence. *Journal of Cleaner Production*, vol. 167, DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.07.192.





- Jaffe A., Stavins R. (1994b). Energy-efficiency investments and public policy. *The Energy Journal*, vol. 15, issue 2, s. 43–66.
- Jakob M. (2006). Marginal costs, cost dynamics and co-benefits of energy efficiency investments in the residential buildings sector. *Energy Policy*, vol. 34, s. 172–187.
- Jovanović B., Filipović J. (2016). ISO 50001. Standard-based energy management maturity model – proposal and validation in industry. *Journal of Cleaner Production*, vol. 112, part 4, s. 2744–2755. DOI: 10.1016/j.jclepro.2015.10.023.
- Kalantzis F., Revoltella D. (2019). Do energy realize energy-efficiency audits help SMEs to opportunities? *Energy Economics*, vol. 83, s. 229–239. DOI: 10.1016/j.eneco.2019.07.005.
- Kammerer D. (2009). The Effects of Customer Benefit and Regulation on Environmental Product Innovation. *Ecological Economics*, vol. 68(8–9), s. 2285–2295. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2009.02.016.
- Karbownik K. (2017). Możliwości wykorzystania kwestionariuszy badawczych w zarządzaniu. *Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej. Zarządzanie*, t. 2, nr 25, s. 176–183.
- Kloppenborg S., Boekelo M. (2019). Digital platforms and the future of energy provisioning: Promises and perils for the next phase of the energy transition. *Energy Research & Social Science*, vol. 49. DOI: 10.1016/j.erss.2018.10.016.
- Koszyrek-Cyra A. (2016). Systemy zarządzania energią jako narzędzie wspierające proces racjonalizacji zużycia energii w organizacjach. *Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej. Zarządzanie*, nr 22, s. 210–217. Pobrane z: <http://www.zim.pcz.pl/znwz> (dostęp: 10.08.2020).
- Krajowy plan na rzecz energii i klimatu na lata 2021–2030. Założenia i cele oraz polityki i działania* (18.12.2019). Ministerstwo Aktywów Państwowych. Pobrane z: <http://www.gov.pl>.
- Kuch D., Stringer N., Marshall L., Young L., Roberts M., Macgill I., Bruce A., Passey R. (2019). An energy data manifesto, s. 77–93. W: A. Daly, M. Mann, S.K. Devitt (red.). *Good Data*. Amsterdam: Institute of Network Cultures.
- Kurt T., Tautor H. *Transformacja sektora energetycznego: następuje era cyfryzacji i rozproszonych źródeł energii*, WAGO. Pobrane z: <https://www.wago.com/pl/rozwiązania/energetyka/cyfrowy-rynek-energii/wywiad-transformacja-rynku-energetycznego> (dostęp: 12.12.2020).
- Langea S., Pohlc J., Santarius T. (2020). Digitalization and energy consumption. Does ICT reduce energy demand? *Ecological Economics*, vol. 176, 106760. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2020.106760.
- Leszczyńska A., Lee K-H. (2016). Źródła i bariery efektywności energetycznej polskich przedsiębiorstw. *Annales H – Oeconomia*. DOI: 10.17951/h.2016.50.3.105.
- Levine M.D., Koomey J.G., McMahon J.E. Sanstad A.H., Hirt E. (1995). Energy efficiency policy and market failures. *Annual Review of Energy and the Environment*, vol. 20(1), s. 535–555. Pobrane z: <https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.eg.20.110195.002535> (dostęp: 12.12.2020).
- Lista dostępnych dostawców usług związanych ze zużyciem energii*. Ministerstwo Klimatu i Środowiska. Pobrane z: <https://www.gov.pl/web/klimat/lista-dostepnych-dostawcow-uslug-energetycznych> (dostęp: 15.02.2021).
- MAP (2019). *Wsparcie techniczne dla promowania audytu energetycznego oraz inwestycji w efektywność energetyczną w małych i średnich przedsiębiorstwach*. Ministerstwo Aktywów Państwowych, Pobrane z: <https://www.gov.pl/web/aktywa-panstwowe/promowanie-audytow-energetycznych-w-msp> (dostęp: 15.10.2020).

- Martínez C. (2011). Energy efficiency development in German and Colombian non-energy-intensive sectors: a non-parametric analysis. *Energy Efficiency*, vol. 4, s. 115–131, DOI: 10.1007/s12053-010-9078-2.
- Martusewicz J., Szumowski W. (2018). Modele dojrzałości a modele doskonałości. Niezależność czy współzależność na drodze do rozwoju organizacji. *Organizacja i Kierowanie*, nr 1(180). Pobrane z: [http://kolegia.sgh.waw.pl/pl/KZiF/czasopisma/oik/numery/Documents/2018\\_1\\_180/martusewicz-szumowski-modele-dojrzalosci-modele-doskonalosci-niezale%C5%BCnosc-czy-wspolzalezynosc-na-drodze-do-rozwoju.pdf](http://kolegia.sgh.waw.pl/pl/KZiF/czasopisma/oik/numery/Documents/2018_1_180/martusewicz-szumowski-modele-dojrzalosci-modele-doskonalosci-niezale%C5%BCnosc-czy-wspolzalezynosc-na-drodze-do-rozwoju.pdf) (dostęp: 20.10.2020).
- Mengelkamp E., Notheisen B., Beer C., Dauer D., Weinhardt C. (2018). A blockchain-based smart grid: towards sustainable local energy markets. *Comput Sci Res Dev*, vol. 33, s. 207–214. DOI: 10.1007/s00450-017-0360-9.
- Ministerstwo Energii (2017). *Koncepcja funkcjonowania klastrów energii w Polsce*. Pobrane z: <https://www.teraz-srodowisko.pl/media/pdf/aktualnosci/3164-koncepcja-funkcjonowania-klastrow-energii-w-polsce.pdf> (dostęp: 30.08.2018).
- Ngai E.W.T, Chau D.C.K., Poon J.K.L., To C.K.M. (2013). Energy and utility management maturity model for sustainable manufacturing process, *International Journal of Production Economics*, vol. 146, issue 2, s. 453–464, DOI: 10.1016/j.ijpe.2012.12.018.
- O’Keeffe J.M., Gilmour D., Simpson E. (2016). A network approach to overcoming barriers to market engagement for SMEs in energy efficiency initiatives such as the GreenDeal. *Energy Policy*, vol. 97, s. 582–590. DOI: 10.1016/j.enpol.2016.08.006.
- Oliveira M.A., Lopes I. (2019). Evaluation and improvement of maintenance management performance using a maturity model. *International Journal of Productivity and Performance Management*. DOI: 10.1108/IJPPM-07-2018-0247.
- O’Sullivan J. (2012). Energy Management Maturity Model (EM3) – A Strategy to Maximize the Potential for Energy Savings through EnMS. 66.
- Pacheco D.A. de J., Chwengber ten Caten C., Jung C.F., Sassanelli C., Terzi S. (2019). Overcoming barriers towards sustainable product-service systems in small and medium-sized enterprises: State of the art and a novel Decision Matrix. *Journal of Cleaner Production*, vol. 222, s. 903–921. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.01.152.
- Palm J., Backman F. (2020). Energy efficiency in SMEs: overcoming the communication barrier. *Energy Efficiency*. DOI: 10.1007/s12053-020-09839.
- Pamuła A. (2016a). Potencjał analiz Big Data w procesach obsługi odbiorców energii, *Roczniki Kolegium Analiz Ekonomicznych* (1232–4671), nr 40, s. 285–297
- Pamuła A. (2016b). Rozwój usług niematerialnych w polskich przedsiębiorstwach energetycznych. *Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie*, nr 97, 1641–3466, s. 225–238.
- Pamuła A. (2017a). Knowledge transfer methods applied on polish energy innovation and efficiency platforms. *Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie*, nr 114/7, 1641–3466, 7, s. 393–403.
- Pamuła A. (2017b). Informacja jako wartość dodana w usługach dla odbiorców energii. *Roczniki Kolegium Analiz Ekonomicznych*, nr 45, 1232–4671, s. 93–105.
- Pamuła A. (2020). *Energy Efficiency Clusters and Platforms as a Potential for SMEs Development: Poland Case Study. Eurasian Business Perspectives*, nr 14/2, 2364–5067.
- Papetti A., Marilungo E., Gregori F., Germani M. (2016). Driving process innovation: a structured method for improving efficiency in SMEs. *Procedia CIRP*, vol. 50, s. 448–453. DOI: 10.1016/j.procir.2016.04.143.

- Prashar A. (2017a). Adopting PDCA (Plan-Do-Check-Act) cycle for energy optimization, in energy-intensive SMEs. *Journal of Cleaner Production*, vol. 145, 277e293.
- Prashar A. (2017b). Energy efficiency maturity (EEM) assessment framework for energy-intensive SMEs: Proposal and evaluation. *Journal of Cleaner Production*, vol. 166, 1187e1201. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.08.116.
- Pye M., McKane A. (2000). Making a stronger case for industrial energy efficiency by quantifying non-energy benefits, resources. *Conservation and Recycling*, vol. 28, iss. 3–4, s. 171–183. DOI: 10.1016/S0921-3449(99)00042-7.
- Rasolomampionona D., Robak S., Chmurski P., Tomasik G. (2010). Przegląd istniejących mechanizmów DSR stosowanych na rynkach energii elektrycznej. *Rynek Energii*, nr 4.
- Rączka J. (2010). *Efektywność energetyczna szansą na podniesienie konkurencyjności polskiego przemysłu*. Pobrane z: <http://www.nfosigw.gov.pl> (dostęp: 15.10.2020).
- Reddy A.K.N., (1991). Barriers to improvements in energy efficiency. *Energy Policy*, vol. 19, issue 10, s. 953–961. DOI: 10.1016/0301-4215(91)90115-5.
- Reddy S.B. (2002). *Barriers to the diffusion of renewable energy technologies, monograph*. Centre for Energy and Environment/UNEP, Roskilde, Denmark.
- Reddy S.B. (2013). Barriers and drivers to energy efficiency – A new taxonomical approach. *Energy Conversion and Management*, vol. 74, s. 403–416. DOI: 10.1016/j.enconman.2013.06.040.
- Renewable energy statistics*. Eurostat. Pobrane z: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable\\_energy\\_statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable_energy_statistics) (dostęp: 15.01.2021).
- Rodríguez-Molina J., Martínez-Nuñez M., Martínez J.F., Pérez-Aguilar W. (2014). Business models in the smart grid: Challenges, opportunities and proposals for prosumer profitability. *Energies*, vol. 7, s. 6142–6171. DOI: 10.3390/en7096142.
- Rohdin, P., Thollander, P. (2006). Barriers to and driving forces for energy efficiency in the non-energy intensive manufacturing industry in Sweden. *Energy*, vol. 31 s. 1836–1844. DOI: 10.1016/j.energy.2005.10.010.
- Santalla H. (2016). *Ile jest rodzajów audytów energetycznych?* (26 stycznia). Pobrano z: <https://leonardo-energy.pl/baza-wiedzy/ile-jest-rodzajow-audytow-energetycznych/> (dostęp: 10.10.2020)
- Schleich J., Fleiter T. (2019). Effectiveness of energy audits in small business organizations. *Resource and Energy Economics*, vol. 56, s. 59–70. DOI: 10.1016/j.reseneeco.2017.08.002.
- Schleich J., Gruber E. (2008). Beyond case studies: Barriers to energy efficiency in commerce and the services sector. *Energy Economics*, vol. 30, issue 2, s. 449–464. DOI: 10.1016/j.eneco.2006.08.004.
- Schor J. (2017). Does the sharing economy increase inequality within the eighty percent?: findings from a qualitative study of platform providers, economics. *Cambridge Journal of Regions*. Pobrane z: [https://www.bc.edu/content/dam/files/schools/cas\\_sites/sociology/pdf/SharingEconomyInequality.pdf](https://www.bc.edu/content/dam/files/schools/cas_sites/sociology/pdf/SharingEconomyInequality.pdf) (dostęp: 17.12.2020).
- Segarra-Blasco A., Jové-Llopise E. (2019). Determinants of energy efficiency and renewable energy in European SMEs. *Economics of Energy & Environmental Policy*, vol. 8, no. 2. DOI: 10.5547/2160-5890.8.2.aseg.
- Słupik S. (red.) (2018). *Deliverable 2.2. Taxonomy of energy efficiency models*. Pobrane z: [http://eco-bot.eu/wp-content/uploads/2019/04/ECO-BOT\\_D2.2\\_Taxonomy-of-energy-efficiency-models.pdf](http://eco-bot.eu/wp-content/uploads/2019/04/ECO-BOT_D2.2_Taxonomy-of-energy-efficiency-models.pdf) (dostęp: 10.10.2020).

- Smutek H. (2001). Identyfikacja potencjału menadżerskiego. *Zeszyty Naukowe AE w Krakowie*, nr 567, s. 55.
- Solnørdal M.T., Foss L. (2018). Closing the energy efficiency gap-a systematic review of empirical articles on drivers to energy efficiency in manufacturing firms. *Energies*, vol. 11(3). DOI: 10.3390/en11030518.
- Soroka J.M. (2011). Społeczna odpowiedzialność przedsiębiorstw a role menadżerskie. *Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Bankowej we Wrocławiu*, nr 22.
- Sorrell S., O'Malley E., Schleich J., Scott S. (2004). *The economics of energy efficiency: barriers to cost-effective investment*. JO-Fraunhofer ISI ER. Pobrane z: [https://www.researchgate.net/publication/43185108\\_The\\_Economics\\_of\\_Energy\\_Efficiency\\_Barriers\\_to\\_Cost-Effective\\_Investment](https://www.researchgate.net/publication/43185108_The_Economics_of_Energy_Efficiency_Barriers_to_Cost-Effective_Investment) (dostęp: 20.08.2020).
- Sowa-Hawdziejuk S. (2020). *Comarch IoT. Rola systemów smart metering perspektywy 2020–2040*. Pobrane z: [https://www.comarch.pl/files-pl/file\\_584/PL\\_White\\_Paper\\_Smart\\_Metering.pdf](https://www.comarch.pl/files-pl/file_584/PL_White_Paper_Smart_Metering.pdf) (dostęp: 13.10.2020).
- Start2Act. *Kontrola zużycia energii: pomiary i monitorowanie*. Pobrane z: <https://pl.start2act.eu/online-energy-saving-platform/knowledge-base/5/track-your-energy-use-metering-and-monitoring/sme/manager> (dostęp: 6.10.2020).
- Thiede S., Posselt G., Herrmann C. (2013). SME appropriate concept for continuously improving the energy and resource efficiency in manufacturing companies. *Journal of Manufacturing Science and Technology*, vol. 6, s. 204–211. DOI: 10.1016/j.cirpj.2013.02.006.
- Thollander P., Ottosson, M. (2008). An energy efficient Swedish pulp and paper industry – Exploring barriers to and driving forces for cost-effective energy efficiency investments. *Energy Efficiency*, vol. 1, s. 21–34. DOI: 10.1007/s12053-007-9001-7.
- Thollander P., Palm, J. (2013). *Improving Energy Efficiency in Industrial Energy Systems: An Interdisciplinary Perspective on Barriers, Energy Audits, Energy Management, Policies, and Programs*. Springer-Verlag London, DOI: 10.1007/978-1-4471-4162-4.
- Thollander P., Paramonowa S., Cornelis E., Kimura O., Trianni A., Karlsson M., Cagno E., Morales I., Jimenez J.P. (2015). International study on energy end-use data among industrial SMEs (small and medium-sized enterprises) and energy end-use efficiency improvement opportunities. *Journal of Cleaner Production*. DOI: 10.1016/j.jclepro.2015.04.073.
- Thumann A., Niehus T., Younger W.J. (2012). *Handbook of Energy Audits*, Fairmont Press.
- Trianni A., Cagno E., Farne S. (2016). Barriers, drivers and decision-making process for industrial energy efficiency: a broad study among manufacturing small and medium-sized enterprises. *Appl. Energy*, vol. 162, 1537e1551.
- Tricoire J.P. (2019). *Cyfryzacja pomaga oszczędzać energię*. Pobrane z: <https://www.rp.pl/Biznes/191019382-Cyfryzacja-pomaga-oszczedzac-energie.html> (dostęp: 2.04.2020).
- Usługi energetyczne typu ESCO na polskim rynku*. Pobrane z: <https://dane.gov.pl/pl/dataset/1727,usugi-energetyczne-typu-esco-na-polskim-rynku> (dostęp: 15.01.2021).
- Ustawa o efektywności energetycznej z 20 maja 2016 r. (art. 2, Dz.U. 2016, poz. 831 tekst jednolity).
- Weber L. (1997). Some reflections on barriers to the efficient use of energy. *Energy Policy*, s. 833–83. DOI: 10.1016/S0301-4215(97)00084-0.
- Weigel P., Fishedick M. (2019). Review and categorization of digital applications in the energy sector, *Applied Science*, vol. 9, 5350. DOI: 10.3390/app9245350.

- Weiller C.M., Pollitt M.G. (2013). Platform markets and energy services EPRG Working Paper 1334 Cambridge Working Paper in Economics 1361. Pobrano z: <https://www.eprg.group.cam.ac.uk/wp-content/uploads/2013/12/1334-PDF.pdf> (dostęp: 15.07.2020).
- Worrell E., Laitner J.A, Ruth M., Finman H. (2003). Productivity benefits of industrial energy efficiency measures. *Energy*, vol. 28, iss, 11, s. 1081–1098. DOI: 10.1016/S0360-5442(03)00091-4.
- Woźniak L., Strojny J., Wojnicka E. (2010). *Ekoinnowacje w praktyce funkcjonowania MŚP*. Pobrano z: <https://www.parp.gov.pl/component/publications/publication/ekoinnowacje--w-praktyce--funkcjonowania-msp> (dostęp: 4.08.2020).
- Zhou L., Li J., Li F., Meng Q., Li J., Xu X. (2016). Energy consumption model and energy efficiency of machine tools: a comprehensive literature review. *Journal of Cleaner Production*, vol. 112, Part 5, s. 3721–3734. DOI: 10.1016/j.jclepro.2015.05.093.

# Spis tabel

|   |     |
|---|-----|
| Tabela 1.1. Taksonomia barier związanych z implementacją działań na rzecz EE  | 25  |
| Tabela 1.2. Wybrane modele dojrzałości organizacji w zakresie efektywności energetycznej  | 52  |
| Tabela 2.1. Korzyści dla efektywności energetycznej z tytułu transformacji cyfrowej w energetyce w wybranych obszarach          | 71  |
| Tabela 2.2. Funkcjonalność aplikacji cyfrowych w energetyce w wybranych obszarach   | 73  |
| Tabela 2.3. Typy platform energetycznych  | 82  |
| Tabela 2.4. Kategoryzacja procesów w MŚP istotnych dla EE   | 93  |
| Tabela 3.1. Charakterystyka próby badawczej według rozkładu cech w badanej grupie firm  | 99  |
| Tabela 3.2. Ogólna ocena podejmowanych działań na rzecz EE przez firmy MŚP  | 102 |
| Tabela 3.3. Postrzeganie znaczenia kwestii związanych z efektywnością energetyczną przez firmy sektora MŚP                      | 104 |
| Tabela 3.4. Postrzeganie znaczenia kwestii związanych z efektywnością energetyczną ze względu na główną działalność firmy       | 106 |
| Tabela 3.5. Odpowiedzialność za działania na rzecz efektywności energetycznej w firmach sektora MŚP                             | 108 |
| Tabela 3.6. Odpowiedzialność za działania na rzecz efektywności energetycznej w zależności od dominującego rodzaju działalności | 110 |
| Tabela 3.7. Obszary inwestycyjne związane z EE w badanych MŚP   | 113 |
| Tabela 3.8. Uwzględnienie zużycia energii w procedurach zakupowych badanych MŚP   | 116 |
| Tabela 3.9. Uwzględnienie zużycia energii w procedurach zakupowych badanych MŚP ze względu na dominujący rodzaj działalności    | 117 |
| Tabela 3.10. Działania na rzecz EE podejmowane przez MŚP  | 119 |
| Tabela 3.11a. Motywacje MŚP do podejmowania działań na rzecz EE z uwzględnieniem wielkości firmy                                | 122 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabela 3.11b. Motywacje MŚP do podejmowania działań na rzecz EE z uwzględnieniem rodzaju działalności  | 123 |
| Tabela 3.12a. Czynniki powodujące brak podejmowania przez MŚP działań na rzecz EE z uwzględnieniem wielkości firmy   | 124 |
| Tabela 3.12b. Czynniki powodujące brak podejmowania przez MŚP działań na rzecz EE z uwzględnieniem dominującego rodzaju działalności                           | 125 |
| Tabela 3.13. Zmiany dostawcy energii   | 127 |
| Tabela 3.14. Zainteresowanie rodzajami taryf na energię z uwzględnieniem wielkości firmy   | 131 |
| Tabela 3.15. Zainteresowanie rodzajami taryf na energię z uwzględnieniem rodzaju działalności  | 132 |
| Tabela 3.16. Ocena wybranych źródeł wiedzy   | 143 |
| Tabela 3.17. Ocena wybranych źródeł wiedzy przez mikro, małe i średnie przedsiębiorstwa  | 144 |
| Tabela 3.18. Ocena wybranych źródeł wiedzy przez MŚP ze względu na dominujący rodzaj działalności  | 146 |
| Tabela 3.19. Statystyki opisowe zmiennej „poziom dojrzałości”  | 149 |
| Tabela 3.20. Ocena dojrzałości w zakresie efektywności energetycznej badanej grupy przedsiębiorstw sektora MŚP   | 149 |
| Tabela 3.21. Ocena dojrzałości w zakresie efektywności energetycznej mikro, małych i średnich przedsiębiorstw  | 151 |
| Tabela 3.22. Ocena dojrzałości w zakresie efektywności energetycznej w podziale na dominujący rodzaj działalności  | 152 |
| Tabela 3.23. Ocena dojrzałości w zakresie efektywności energetycznej w podziale na wiek przedsiębiorstwa   | 154 |
| Tabela 3.24. Ocena dojrzałości w zakresie efektywności energetycznej w podziale na procent kosztu, jaki w budżecie stanowią wydatki na energię                 | 155 |
| Tabela 3.25. Ocena dojrzałości w zakresie efektywności energetycznej z uwzględnieniem przynależności organizacji do klastra energii lub parku technologicznego | 157 |

# Spis rysunków

|  |     |
|--|-----|
| Rysunek 3.0. Charakterystyka próby badawczej ze względu na wielkość firmy  | 100 |
| Rysunek 3.1. Ocena ogólna podejmowanych działań na rzecz EE  | 102 |
| Rysunek 3.2. Ocena ogólna podejmowanych działań na rzecz EE w zależności od wielkości firmy  | 103 |
| Rysunek 3.3. Postrzeganie istotności działań na rzecz efektywności energetycznej w zależności od wielkości firmy                         | 105 |
| Rysunek 3.4. Postrzeganie istotności działań na rzecz efektywności energetycznej w zależności od dominującego rodzaju działalności firmy | 106 |
| Rysunek 3.5. Odpowiedzialność za działania na rzecz efektywności energetycznej w zależności od wielkości firmy                           | 109 |
| Rysunek 3.6. Rozkład odpowiedzialności za działania na rzecz efektywności energetycznej w firmach usługowych, handlowych i produkcyjnych | 111 |
| Rysunek 3.7. Wprowadzane i monitorowane obszary inwestycyjne na rzecz efektywności energetycznej   | 114 |
| Rysunek 3.8. Uwzględnienie zużycia energii w procedurach zakupowych badanych MŚP   | 116 |
| Rysunek 3.9. Uwzględnienie zużycia energii w procedurach zakupowych badanych MŚP według dominującego rodzaju działalności firmy          | 118 |
| Rysunek 3.10. Wprowadzane i monitorowane obszary inwestycyjne na rzecz efektywności energetycznej  | 120 |
| Rysunek 3.11. Usługi dodatkowe brane pod uwagę przez MŚP podczas wyboru dostawcy energii   | 129 |
| Rysunek 3.12. Udział w programach zarządzania popytem na energię   | 130 |
| Rysunek 3.13. Zainteresowanie typami taryf przez mikro, małe i średnie firmy   | 132 |
| Rysunek 3.14. Zainteresowanie typami taryf przez firmy o działalności usługowej, handlowej i produkcyjnej                                | 133 |



|  |     |
|--|-----|
| Rysunek 3.15. Zainteresowanie zakupem urządzeń produkujących energię   | 134 |
| Rysunek 3.16. Zainteresowanie samodzielnym udziałem w rynku energii i udziałem przez pośrednika  | 135 |
| Rysunek 3.17. System monitorowania zużycia energii z uwzględnieniem wielkości firmy  | 137 |
| Rysunek 3.18. System monitorowania zużycia energii z uwzględnieniem dominującego rodzaju działalności  | 137 |
| Rysunek 3.19. Analiza gromadzonych danych  | 138 |
| Rysunek 3.20. Dokumentacja i wykorzystanie pozyskanych analiz danych w celu poszukiwania potencjalnych źródeł oszczędności energetycznych        | 139 |
| Rysunek 3.21. Korzystanie z informatycznych systemów zarządzania energią   | 139 |
| Rysunek 3.22. Postrzeganie platform cyfrowych do zarządzania energią   | 141 |
| Rysunek 3.23. Poziom dojrzałości w zakresie działań na rzecz EE według wielkości przedsiębiorstwa  | 150 |
| Rysunek 3.24. Poziom dojrzałości w zakresie działań na rzecz EE według dominującego rodzaju działalności przedsiębiorstwa                        | 152 |
| Rysunek 3.25. Poziom dojrzałości w zakresie działań na rzecz EE według wieku przedsiębiorstwa  | 153 |
| Rysunek 3.26. Poziom dojrzałości w zakresie działań na rzecz EE według poziomu wydatków na energię przedsiębiorstwa                              | 155 |
| Rysunek 3.27. Poziom dojrzałości w zakresie działań na rzecz EE a przynależność organizacji do klastra energetycznego lub parku technologicznego | 156 |