http://dx.doi.org/10.18778/7525-948-3

Anna Pamuła

Zaangażowanie odbiorców z grupy gospodarstw domowych w zarządzanie popytem na energię

40 LAT
WYDAWNICTWA
UNIWERSYTETU
ŁÓDZKIEGO

Anna Pamuła

Zaangażowanie odbiorców z grupy gospodarstw domowych w zarządzanie popytem na energię

WYDAWNICTWO
UNIWERSYTETU
ŁÓDZKIEGO

ŁÓDŹ 2013

Anna Pamuła – Katedra Informatyki, Uniwersytet Łódzki
90-237 Łódź, ul. Matejki 22/26
e-mail: apamula@uni.lodz.pl

RECENZENCI

Andrzej Sobczak
Ewa Ziemba

OPRACOWANIE REDAKCYJNE

Bogusława Kwiatkowska

SKŁAD I ŁAMANIE

Katarzyna Ciach

PROJEKT OKŁADKI

Tomasz Lech

Wydrukowano z gotowych materiałów dostarczonych do Wydawnictwa UŁ

© Copyright by Uniwersytet Łódzki, Łódź 2013

Wydane przez Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego
Wydanie I. W.06306.13.0.H

ISBN 978-83-7525-948-3

Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego
90-131 Łódź, ul. Lindleya 8
www.wydawnictwo.uni.lodz.pl
e-mail: ksiegarnia@uni.lodz.pl
tel. (42) 665 58 63, faks (42) 665 58 62

Druk i oprawa: Quick Druk

Spis treści

Wstęp ... 9
1. System elektroenergetyczny – aspekty rozwoju ... 15
1.1. Zrównoważony rozwój ... 15
1.2. Zrównoważony rozwój a zmiana systemu elektroenergetycznego ... 20
1.3. Inteligentne Sieci Elektroenergetyczne jako koncepcja rozwoju systemu elektroenergetycznego ... 22
1.3.1. Mikrosieci – efektywne wykorzystanie energii w małej skali ... 32
1.3.2. Bezpieczeństwo i ochrona danych w Inteligentnych Sieciach Elektroenergetycznych ... 36
1.4. Społeczna akceptacja rozwoju Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych ... 43
1.4.1. Zarządzanie czynnikami wpływającymi na zmianę zachowania odbiorców energii ... 51
1.4.2. Wybrane modele kształtowania zmian zachowań odbiorców energii ... 52
1.4.3. Informacja zwrotna w kształtowaniu zachowań odbiorców energii ... 57
2. Zarządzanie popytem na energię ... 67
2.1. Zarządzanie popytem – wybrane zagadnienia ... 67
2.2. Wybrane aspekty rynku energii ... 72
2.2.1. Marketing w przedsiębiorstwach energetycznych ... 75
2.2.2. Planowanie i prognozowanie popytu na energię ... 76
2.3. Istota zarządzania popytem na energię ... 78
2.4. Perspektywy rozwoju programów reakcji strony popytowej ... 86
2.5. Sterowanie urządzeniami w gospodarstwie domowym jako element wspierający zarządzanie popytem na energię ... 89
2.6. Systemy automatyki urządzeń i diagnostyki awarii sprzętu jako element wspierający zarządzanie popytem na energię ... 91
2.7. Potencjał gospodarstw domowych w zakresie zarządzania popytem na energię i optymalizowania efektywności energetycznej ... 93
2.7.1. Szacowanie popytu na energię elektryczną w gospodarstwach domowych ... 93
2.7.2. Wyposażenie polskich gospodarstw domowych w urządzenia zasilane energią elektryczną ... 97
2.7.3. Struktura zużycia energii w polskich gospodarstwach domowych ... 98
2.7.4. Efektywność energetyczna polskich gospodarstw domowych według raportu GUS ... 99
2.8. Pojazdy elektryczne i hybrydowe jako element zarządzania popytem na energię ... 100
2.9. Narzędzia zarządzania popytem na energię ... 104
2.9.1. Klasyfikacja programów reakcji strony popytowej ... 104
2.9.2. Taryfy cenowe w zarządzaniu popytem na energię ... 108
2.9.3. Systemy taryf dobowych i godzinowych ... 110
2.9.4. Modele taryf wielostrefowych z elastycznością cenową ... 114

2.10. Programy reakcji strony popytowej dedykowane dla klientów gospodarstw domowych ... 120
2.11. Programy reakcji strony popytowej a poprawa efektywności energetycznej ... 127
2.12. Doświadczenia i rekomendacje wybranych projektów z zakresu zarządzania popytem na energię ... 131
3. Odbiorcy na rynku energii ... 143
3.1. Istota i znaczenie segmentacji odbiorców grupy gospodarstw domowych dla zarządzania popytem na energię ... 143
3.2. Doświadczenia w tworzeniu segmentacji i wyznaczaniu grup docelowych do programów reakcji strony popytowej ... 149
3.3. Prosument – nowa rola odbiorcy na rynku energii ... 160
3.3.1. Istota prosumpcji ... 160
3.3.2. Prosumpcja w energetyce ... 164
3.3.3. Systemy wspierania inwestycji w rozproszone źródła energii ... 174
3.4. Budowanie profilu odbiorcy energii ... 177
3.5. Rola systemów i technologii informacyjno-komunikacyjnych w rozwoju Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych ... 180
3.6. Rola mediów społecznościowych w promowaniu nowych rozwiązań Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej ... 188
3.7. Edukacja i proces rekrutacji do projektów jako podstawowe czynniki zaangażowania odbiorców w programy reakcji strony popytowej ... 193
4. Aktywność odbiorców energii – stan obecny i podejście modelowe do angażowania w programy zarządzania popytem ... 201
4.1. Cel badania ... 201
4.2. Charakterystyka populacji ... 203
4.3. Opis metody badawczej ... 204
4.4. Sposób doboru próby do badania ... 207
4.5. Charakterystyka badanej zbiorowości ... 209
4.6. Analiza wyników badań ... 212
4.6.1. Analiza stanu wiedzy i postaw odbiorców w stosunku do programów zarządzania zużyciem energii i rozwiązań Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej ... 212
4.6.2. Analiza komunikacji odbiorcy energii z dostawcą ... 225
4.6.2.1. Analiza aktualnej komunikacji z dostawcą ... 225
4.6.2.2. Analiza potrzeb komunikacji w zakresie zarządzania popytem na energię ... 228
4.6.3. Określenie potrzeb odbiorców w zakresie funkcjonalności rozwiązań informatyczno-komunikacyjnych do zarządzania popytem na energię ... 232
4.6.4. Określenie preferencji odbiorców w zakresie podejmowanych działań i przystępowania do programów reakcji strony popytowej ... 235
4.6.5. Określenie potrzeb edukacyjnych odbiorców ... 242
4.6.6. Określenie czynników zmiany roli odbiorcy energii ... 246
4.6.6.1. Określenie czynników zmiany roli i przejścia z pasywnego odbiorcy do aktywnego odbiorcy ... 246
4.6.6.2. Proces wyboru grupy pilotażowej dla testowania skuteczności programów reakcji strony popytowej ... 247
4.6.6.3. Określenie czynników zmiany roli i przejścia od aktywnego odbiorcy do prosumenta ... 251
4.6.6.4. Określenie czynników zmiany roli i przejścia z prosumenta do aktywnego prosumenta ... 254

4.7. Proponowany proces budowania zaangażowania odbiorcy w rozwiązania Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej ... 257
4.8. Model procesu angażowania odbiorcy w zarządzanie popytem na energię ... 263
4.8.1. Model procesu angażowania odbiorcy w zarządzanie popytem na energię dla zmiany roli z pasywnego w aktywnego odbiorcę ... 264
4.8.2. Model procesu angażowania odbiorcy w zarządzanie popytem na energię dla zmiany roli z aktywnego odbiorcy w prosumenta ... 280
4.8.3. Model procesu angażowania odbiorcy w zarządzanie popytem na energię dla zmiany roli z prosumenta w aktywnego prosumenta ... 282
4.8.4. Kampanie informacyjne i edukacyjne w promocji wprowadzania nowych programów aktywacji popytu ... 284
4.8.5. Podsumowanie ... 288
Zakończenie ... 291
Literatura ... 297
Załącznik 1 ... 317
Załącznik 2 ... 329
Słownik pojęć elektroenergetyki i rynku energii ... 333
Słownik akronimów ... 339
Spis tabel ... 341
Spis rysunków ... 345
Spis wykresów ... 347
Od Redakcji ... 349

Wstęp

Deregulacja rynku energii jest procesem wdrażanym na świecie, w Europie i w Polsce od kilkunastu, a nawet kilkudziesięciu lat. Nowy system określany mianem energetyki rozproszonej jest alternatywą dla obecnego hierarchicznego monopolu w sektorze i zakłada istnienie wielu źródeł generowania energii o różnej skali, zwiększenie efektywności energetycznej oraz wprowadzenie zarządzania popytem na energię [Popczyk, 2011]. Efekty wprowadzania deregulacji są istotne i dotyczą nie tylko dużych udziałowców tego rynku, ale również odbiorców – gospodarstw domowych. Deregulacja rynku energii jest procesem wynikającym z koncepcji dążenia do zrównoważonego rozwoju. Inteligentne Sieci Elektroenergetyczne to idea rozwoju systemu elektroenergetycznego, która zakłada przeniesienie w skali społecznej akcentu z wytwarzania energii w wielkich elektrowniach na produkcję rozproszoną i efektywne zarządzanie energią.

Jednym z elementów zrównoważonego rozwoju jest konieczność oszczędzania energii i bardziej efektywne wykorzystanie paliw energetycznych, co może zostać osiągnięte dzięki trwałej zmianie nawyków konsumentów i ich stylu życia związanego z wykorzystaniem urządzeń oraz systemów zasilanych energią elektryczną. Rozwój technologii, w tym systemów komputerowych i komunikacyjnych oraz technologii wytwarzania energii, pozwala na tworzenie nowych rozwiązań w zakresie zarządzania popytem na energię. Nowe możliwości w tym zakresie są więc wynikiem połączenia zmian na rynku energii i zmian technologicznych. Tematyka energetyki rozproszonej i Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych jest przedmiotem wielu badań. Liczne rozwiązania są opracowywane w wielu projektach naukowo-badawczych na świecie, wychodzą z fazy rób pilotażowych i przechodzą w fazę komercyjnego stosowania. Trzeba zauważyć, że zmienia się również otoczenie odbiorców energii, czyli praktycznie wszystkich mieszkańców ziemi.

Nadchodzi era „Internetu Przedmiotów" (Internet of Things) [Ashton, 2009], w którym jednoznacznie identyfikowalne rzeczy będą pośrednio albo bezpośrednio gromadzić, przetwarzać i wymieniać dane, wykorzystując w tym celu sieć komputerową. „Internet Przedmiotów" i Inteligentne Sieci Elektroenergetyczne (ISE), które można określić mianem „Internetu Energii" to połączenie, które będzie pełniło kluczową rolę w poprawianiu efektywności wykorzystania systemów i urządzeń, w tym zarządzaniu m.in. zużyciem energii elektrycznej. Wiele elementów kształtujących przyszły „Internet Energii" zostało już

opracowanych i są obecnie dostępne. Rzadko kiedy są one jednak oferowane w sieci jako elementy współpracujące. Maksymalny efekt w zakresie zwiększania efektywności energetycznej można osiągnąć, gdy technologie informacyjne i komunikacyjne są w inteligentny sposób połączone z systemem elektroenergetycznym, a odbiorcy akceptują i wykorzystują dostępne rozwiązania.

Zmiany na rynku energii przesunęły zysk w łańcuchu wartości ze strony produkcji na stronę sprzedaży. Obecnie elektroenergetyka przeszła do fazy, w której musi dbać o zdobywanie i utrzymywanie klienta. Kolejna faza rozwoju rynku energii to okres, w którym odbiorca sam będzie produkował energię i sprzedawał ją innym podmiotom.

Programy zarządzania popytem nazywane również programami DSM (Demand Side Management) były stosowane w energetyce od wielu lat, jednak obecnie dostawcy oferują klientom większy ich wybór, wychodząc naprzeciw zmieniającym się potrzebom odbiorców. Tworzenie ekonomicznych programów, w połączeniu z technologiami informatyczno-komunikacyjnymi i systemami automatyki, otworzyło nowe perspektywy dla odbiorców na nowym rynku energii, dając im możliwość integracji systemów w taki sposób, by wszystkie posiadane przez odbiorcę systemy, takie jak: ogrzewanie, oświetlenie, klimatyzacja mogły automatycznie odpowiadać na sygnały wysyłane z rynku energii, tym samym oferując możliwość sterowania i zarządzania działaniem takich systemów w zakresie poboru energii, optymalizacji kosztów i wpływu na środowisko.

Stopień zaawansowania mechanizmów rynku energii i aktywnego zarządzania popytem w USA jest znacznie wyższy niż w krajach europejskich, gdzie do niedawna dominowały rozwiązania techniczne. Opóźnienie Europy w zakresie tworzenia mechanizmów aktywnego zarządzania popytem wynika przede wszystkim z braku systemów monitorowania rynku oraz traktowania narzędzi aktywacji popytu głównie w kategorii optymalizacji kosztów na rynku energii, a nie ochrony środowiska i klimatu oraz wartości społecznych. Rezultaty badań światowych wykazują dużą różnorodność czynników wpływających na zmianę zwyczajów odbiorców związanych z kontrolowaniem zużycia energii elektrycznej. Motywacje odbiorców do podjęcia określonych działań należą do wielu różnych kategorii (ekonomicznych, światopoglądowych, społecznych).

Obecnie znajomość tematyki oraz akceptacja i udział w programach zarządzania popytem na energię, zwłaszcza wśród gospodarstw domowych, są niewielkie. Rozwiązania są przygotowywane, a odbiorcy z nich nie korzystają, a przynamniej nie w stopniu, jaki zakłada idea Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej. Tylko część odbiorców energii elektrycznej wyraża chęć zarządzania zużyciem energii w gospodarstwie domowym. Powody mogą być różne: od zbyt mało efektywnych bodźców cenowych, poprzez brak zainteresowania i brak możliwości sterowania urządzeniami. W rozwoju rynku energii ogromne zna-

czenie ma coraz głębsze zrozumienie postaw konsumentów, ich opinie i preferencje wobec programów zarządzania energią.

Właśnie zagadnienie zaangażowania odbiorców w programy zarządzania popytem na energię stanowiły główny powód zainteresowania autorki problematyką wdrażania rozwiązań Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej, które wprowadzone w życie stanowić mogą remedium na rosnące zapotrzebowanie na energię elektryczną. Autorka uważa, że równie istotne, jak stworzenie wizji rozwoju technicznego sieci inteligentnych, jest stworzenie wizji rozwoju społecznej akceptacji i modelu budowania zaangażowania, który wskaże odbiorcom możliwości korzystania z ofert, jakie daje zmieniający się na rynek energii. Perspektywa akceptacji nowych rozwiązań przez odbiorców zdecydowała o wyznaczeniu problemu badawczego, jakim jest zrozumienie dotychczasowych doświadczeń odbiorcy, transformacja relacji dostawca–odbiorca energii i zaangażowanie klienta w pełnienie nowych, aktywnych ról na rynku energii, co z kolei wymaga stworzenia modelu, który w sposób zintegrowany wskaże logikę kształtowania nowych relacji dostawca–odbiorca energii. W celu zbadania tych zagadnień zostały przeprowadzone badania literaturowe i empiryczne, a w ich wyniku zaproponowano model prowadzący do zaangażowania odbiorców w programy zarządzania popytem na energię.

Celem głównym niniejszej pracy było zidentyfikowanie czynników motywujących odbiorcę do podjęcia działań prowadzących do aktywnego udziału w programach zarządzania popytem na energię i stworzenie na tej podstawie propozycji modelu prowadzącego do zaangażowania odbiorców w aktywne działania na rynku energii.

Dla uzupełnienia celu głównego wyznaczone zostały następujące cele szczegółowe, koncentrujące się wokół celu głównego:

- analiza aktualnych rozwiązań w dziedzinie wprowadzania programów zarządzania popytem na energię,
- określenie stanu bieżącego zainteresowania odbiorców programami zarządzania popytem na energię,
- określenie oczekiwań odbiorców odnośnie do wprowadzanych nowych rozwiązań Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej,
- określenie zmian w kształtowaniu relacji dostawca–odbiorca energii,
- podjęcie próby utworzenia modelu budowy zaangażowania odbiorcy w programy zarządzania energią.

Tradycyjnie odbiorcy energii klasyfikowani są jako tzw. wielki odbiór (duże jednostki gospodarcze) i drobny odbiór (gospodarstwa domowe i małe przedsiębiorstwa). Zmiany zasad funkcjonowania rynku energii dotyczą wszystkich jego uczestników. Odbiorcy przemysłowi zazwyczaj mieli już kontakt z zarządzaniem zużyciem energii, siecią przesyłu lub dystrybucji.

Zakres niniejszej pracy koncentruje się na odbiorcach należących do grupy gospodarstw domowych, ponieważ jest to grupa, która do tej pory odgrywała pasywną rolę w łańcuchu dostaw energii, i której zmiany w obecnie zmieniającym się i przewidywanym rynku dotyczą w stopniu największym, a której działania są, według idei Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej, głównym źródłem wysokiej efektywności energetycznej.

Dążąc do realizacji celu głównego rozprawy i celów szczegółowych podjęto próbę uzasadnienia przyjętej tezy głównej pracy:

Zarządzanie popytem na energię wymaga wprowadzenia nowych rozwiązań organizacyjnych i technicznych umożliwiających transformację dotychczasowego pasywnego odbiorcy w aktywnego prosumenta.

Sformułowano również hipotezy pomocnicze:

1) Świadomość odbiorcy w zakresie korzyści i zmian, jakie niesie rozwój Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych i możliwości działania w obszarze zarządzania popytem na energię jest niska, stąd istnieje konieczność prowadzenia programów edukacyjnych i informacyjnych odpowiednio dobranych do wprowadzanych programów.

2) Wśród odbiorców energii elektrycznej można wyodrębnić liderów wdrażania projektów pilotażowych programów zarządzania popytem na energię, którzy, służąc wsparciem innym odbiorcom, przyczyniają się do rozwoju idei Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych.

3) W grupach społeczności można wyznaczyć czynniki motywujące odbiorców do aktywnych działań w programach zarządzania popytem na energię wzmacniające proces zaangażowania odbiorcy w rozwiązania Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej.

Wyznaczony cel główny i cele szczegółowe uwarunkowały strukturę i metodologię badań. Sama istota zarządzania popytem na energię, a tym bardziej opracowanie założeń modelu zaangażowania odbiorców z grupy gospodarstw domowych w programy reakcji strony popytowej, jest kwestią złożoną, łączącą zagadnienia z obszarów społecznych, ekonomicznych i technicznych oraz wymagającą zadań badawczych o charakterze poznawczym, metodologicznym i utylitarnym, jako że nauki o zarządzaniu należą do rodziny nauk praktycznych [Kotarbiński, 1990] „cechują się silnym powiązaniem z praktyką”[1].

Metodyka badawcza została dostosowana do specyfiki poszczególnych celów cząstkowych, w związku z powyższym wykorzystano różne narzędzia badawcze pozwalające na objaśnienie analizowanych zagadnień.

Analizy koncepcji rozwiązań Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych w zakresie zarządzania energią dokonano w oparciu o studia literaturowe (w znacznej mierze oparte na literaturze zagranicznej), dostępne wyniki badań

[1] Za W. Kowalczewski [Kabalski, 2012].

prowadzonych w tym zakresie oraz analizy przypadków projektów pilotażowych wdrażania rozwiązań zarządzania popytem na energię.

Do określenia stanu bieżącego i oczekiwań odbiorców w zakresie programów zarządzania popytem na energię wykorzystano badanie empiryczne w postaci badania ankietowego, przeprowadzonego w regionie łódzkim w 2013 r. (szczegółowy opis metody i celu badania zamieszczono w rozdziale 4).

Do opracowania założeń modelu angażowania odbiorców w programy zarządzania energią posłużyła analiza literatury, analiza wybranych projektów prowadzonych w Europie i USA, metody twórczego myślenia oraz doświadczenie autorki z udziału w projektach dotyczących tego zakresu.

Rozprawa ma układ teoretyczno-empiryczny, wynikający z postawionych celów i przyjętej metodologii badań.

Część teoretyczna niniejszej pracy ma charakter przeglądowy i zgodnie z opisaną metodologią została przeprowadzona na podstawie studiów dostępnej literatury krajowej i zagranicznej. Materiały literaturowe zostały zebrane na podstawie pozycji książkowych, artykułów z czasopism, materiałów konferencyjnych oraz danych z dostępnych baz elektronicznych dokumentów. W wielu miejscach pracy przytoczone zostały dane publikowane przez organizacje narodowe, międzynarodowe i stowarzyszenia zainteresowane rozwojem Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych. W pracy wykorzystano doświadczenie własne wyniesione z udziału w międzynarodowych projektach europejskich, finansowanych przez UE. Wykorzystano i poddano analizie dane z projektów naukowo-badawczych i komercyjnych doświadczeń rynku amerykańskiego, kanadyjskiego, chińskiego oraz krajów europejskich (Niemcy, Wielka Brytania, kraje skandynawskie).

Praca jest złożona z czterech rozdziałów, z czego pierwsze trzy stanowią rozważania i analizy zebranego materiału literaturowego.

W rozdziale pierwszym pracy omówiono uwarunkowania rozwoju systemu elektroenergetycznego, zwłaszcza w kierunku idei Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych, rozpoczynając od krótkiego wprowadzenia w zagadnienia zrównoważonego rozwoju, jako podstawy wprowadzanych zmian rozwoju społeczeństwa. Przedstawiono wybrane elementy technologiczne i architektoniczne rozwiązań pozwalające na wprowadzanie w życie rozwiązań z zakresu energetyki rozproszonej. Jako istotne dla rozwoju wielokierunkowej komunikacji uznano zagadnienia związane z bezpieczeństwem i ochroną pracy nowej sieci i zagadnieniu temu poświęcono osobny podrozdział pracy. Ponadto omówiono czynniki wpływające na zmianę zachowania odbiorcy energii w zakresie zwyczajów związanych z korzystaniem z energii elektrycznej, poświęcając znaczną część rozdziału istocie komunikacji odbiorca–dostawca i roli informacji zwrotnej.

W rozdziale drugim omówiono zagadnienia zarządzania popytem na energię, scharakteryzowano również programy efektywności energetycznej i pro-

gramy określane mianem „reakcji strony popytowej”. Dla wykazania efektywności i zasadności stosowania tych programów dokonano analizy dostępnych wyników projektów pilotażowych prowadzonych w tej dziedzinie.

W rozdziale trzecim scharakteryzowano istotne, zdaniem autorki, elementy wpływające na skuteczność programów zarządzania popytem na energię. Wskazano na znaczenie procesu segmentacji w doborze ofert programów, poddano analizie i przedstawiono wybrane propozycje segmentacji na podstawie dostępnych badań światowych. Omówiono procesy angażowania odbiorców w nowe programy oraz przedstawiono docelowy model zachowania odbiorcy energii – aktywnego prosumenta. Ponadto przedstawiono krótko ideę prosumeryzmu, jej znaczenie w rozwoju rynku energii oraz czynniki wspierające jej rozwój, takie jak: rozwiązania informatyczno-komunikacyjne, systemy wsparcia finansowego dla instalacji urządzeń generujących energię ze źródeł odnawialnych oraz konieczność edukacji i promocji nowych rozwiązań.

W rozdziale czwartym przedstawiono opis modelu badawczego i analizę wyników badań empirycznych. Badanie przeprowadzono w celu wyznaczenia czynników zmiany roli odbiorcy w różnych okresach rozwoju rynku energii:

stan obecny (pasywny odbiorca) –> etap przejściowy (najbliższe lata: aktywny odbiorca, prosument) –> stan docelowy: Inteligentna Sieć Elektroenergetyczna (aktywny prosument).

Na podstawie wyników badań empirycznych wyznaczono czynniki motywujące odbiorców do zmiany ról na rynku energii. Wyniki badań literaturowych i empirycznych przyczyniły się do zaproponowania modelu prowadzącego do zaangażowania odbiorców z grupy gospodarstw domowych do aktywnego udziału w programach zarządzania popytem na energię i rozwiązaniach oferowanych dzięki rozwojowi Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych. Rozdział ten zamykają wnioski dotyczące działań, jakie powinni podjąć dostawcy energii, aby zwiększyć zaangażowanie odbiorców w programy zarządzania popytem na energię.

Autorka składa serdeczne podziękowania wszystkim osobom, które przyczyniły się do powstania tej pracy, przede wszystkim zaś recenzentom: Panu Profesorowi SGH dr. hab. Andrzejowi Sobczakowi za życzliwość i wskazówki do pracy oraz Pani Profesor UE w Katowicach dr hab. Ewie Ziembie za niezwykle cenne, merytoryczne uwagi wpływające na ostateczny kształt pracy.

Osobne, równie ważne, podziękowania autorka składa na ręce przyjaciół i rodziny, na których wsparcie i pomoc w szerokim zakresie zawsze mogła liczyć.

1. System elektroenergetyczny - aspekty rozwoju

1.1. Zrównoważony rozwój

Rozwój społeczeństwa przemysłowego w XX w. oraz stosowane wzorce produkcji i konsumpcji stały się przyczyną wielu negatywnych skutków oddziaływania na środowisko naturalne [EAŚ, 2007]. Wprawdzie opracowana i wdrożona polityka ochrony środowiska rozwiązywała wiele, zwłaszcza lokalnych problemów, to jednak nie rozwiązywała globalnych problemów środowiskowych, np. zmian klimatycznych wywołanych nadmierną emisją dwutlenku węgla, spowodowaną głównie przez masowe wykorzystywanie paliw kopalnych. Dlatego też w ciągu ostatnich lat szczególnego znaczenia nabrała koncepcja zrównoważonego rozwoju, która stała się głównym tematem prac wielu organizacji, instytucji rządowych, pozarządowych, zawodowych i naukowców.

Koncepcja ta zakłada istnienie ograniczonych zasobów środowiska, które można wykorzystywać gospodarczo, oraz wymaga zużytkowania kapitału przyrodniczego w sposób pozwalający na zachowanie funkcji ekosystemów w perspektywie długookresowej. Jednak sprostanie wyzwaniom zrównoważonego rozwoju będzie możliwe dopiero dzięki zintegrowaniu polityki środowiskowej, gospodarczej i społecznej[1].

Droga do zrównoważonego rozwoju stawia liczne wyzwania przed współczesnym społeczeństwem. Istnieje wiele obszarów i potrzeb, które należy przebadać i rozważyć. Są to m.in.: zaopatrzenie w żywność, wodę pitną, energię, ochrona zdrowia czy mobilność. Dodatkowo trwałość rozwoju musi być osiągnięta na wielu płaszczyznach: technicznej, społeczno-ekonomicznej, kulturowej, przestrzennej, ochrony środowiska, podziału dóbr itp. [Skup, 2009; *Krajowy plan…*, 2010].

Osiągnięcie zrównoważonego rozwoju jest jednym z priorytetów długofalowego programu społeczno-gospodarczego UE, tzw. Strategii Europa 2020, będącego kontynuacją wizji rozwoju zarysowanej przez Strategię Lizbońską i oznaczającej budowanie bardziej konkurencyjnej gospodarki niskoemisyjnej, korzystającej w sposób racjonalny i oszczędny z zasobów przyrody [Adamczyk, 2012].

---

[1] http://www.mg.gov.pl [dostęp 23.05.2013].

W szczególności dokument ten zakłada[2]:

– ochronę środowiska naturalnego, ograniczenie emisji gazów cieplarnianych i zapobieganie utracie bioróżnorodności,

– wykorzystanie pozycji Europy do opracowania nowych, przyjaznych dla środowiska, technologii i metod produkcji,

– wprowadzenie nowej, efektywnej Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej,

– wykorzystanie sieci obejmujących całą UE do zapewnienia dodatkowej przewagi rynkowej firmom europejskim,

– poprawienie warunków rozwoju przedsiębiorczości, zwłaszcza w odniesieniu do MŚP,

– pomaganie konsumentom w dokonywaniu świadomych wyborów.

W zakresie zmiany klimatu i zrównoważonego wykorzystania energii Strategia Europa 2020 zakłada trzy podstawowe cele:

– ograniczenie emisji gazów cieplarnianych o 20% w stosunku do poziomu z 1990 r.,

– produkcję 20% energii ze źródeł odnawialnych,

– wzrost efektywności energetycznej o 20%.

Osiągnięcie równowagi, w szerokim tego słowa znaczeniu, wymaga wielu zmian i wielu transformacji zgodnie z sugestiami badań różnych dziedzin opracowujących rozmaite koncepcje rozwoju, zwłaszcza rozwoju gospodarczego [Piech, 2009]. Wśród licznych koncepcji wyróżnić można między innymi [Elzen, Wieczorek, 2005]: system innowacji (*system innovation)*, przekształcenie systemu (reżimu) (*regime transformation*), transformację przemysłową (*industrial transformation*), zmiany paradygmatu społeczno-gospodarczego (*socio-economic paradigm shift*) oraz przeskok technologiczny (*technological transition*).

Przejście do zrównoważonego rozwoju wymaga zbudowania bazy wiedzy, analizy dynamiki procesów transformacji, a następnie stworzenia strategii stymulujących rozprzestrzenianie odpowiednich, bardziej pożądanych rozwiązań z wykorzystaniem określonych koncepcji.

W koncepcji innowacji prowadzone badania wskazują, że ma ona charakter przyrostowy. Nowe technologie wytwarzane i wprowadzane na rynek są zwykle wariantem technologii istniejącej, a klienci mogą z nich korzystać praktycznie bez szkoleń, używając ich, tak jak do tej pory, za pomocą dotychczas dostępnej infrastruktury, jednocześnie wykorzystując i doceniając nowe funkcjonalności. Kolejne generacje produktów tworzą wzorzec stopniowych zmian technicznych, określany mianem trajektorii technologicznej, nie wywierając zbyt wielkich zmian w środowisku społecznym.

---

[2] http://ec.europa.eu/europe2020/europe-2020-in-a-nutshell/priorities/sustainable-growth/index_pl.htm [dostęp 23.05.2013].

Reżim (jako system) może być określony jako okres historyczny, w którym obowiązuje zestaw artefaktów technologicznych, wzorców stosowania, kontekstów instytucjonalnych, prawnych i infrastrukturalnych, którego zadaniem jest dostarczanie konkretnych usług i dóbr. Adaptacja rozwiązań w obrębie systemu odbywa się na zasadzie przyrostowej, ponieważ wewnętrzne zależności, reprezentowane przez ustalone paradygmaty, ograniczają możliwe warianty zmian elementów strukturalnych [Truffer i in., 2008]. Reżim społeczno-techniczny ma możliwość rozwoju według określonych trajektorii. W sektorze gospodarki lub podsystemu społecznego kilka systemów społeczno-technicznych może istnieć obok siebie. W określonym okresie historycznym zwykle jeden z systemów jest dominującym sposobem dostarczania odpowiednich usług [Konrad i in., 2008].

Pierwsza transformacja przemysłowa oznaczała przejście z produkcji typu manufaktura na produkcję przemysłową, druga – masową produkcję dóbr i usług dla masowego nabywcy. Współczesny konflikt ekologiczny i kryzys ekonomiczny wymuszają jakościowe zmiany technologiczne implikujące kolejną transformację – Cywilizacji Industrialnej – polegającą na kojarzeniu informatycznego postępu w wynalazczości, produkcji i konsumpcji z wymogami zharmonizowania społeczno-przyrodniczej kohabitacji [Gulczyński, 2012].

Cyfryzacja jest określana jako transformacja społeczna wywołana masową adaptacją technologii cyfrowych do tworzenia, przetwarzania i dzielenia się informacją. W przeciwieństwie do innych innowacji technologicznych cyfryzacja opiera się na rozwoju dostępu do sieci i technologiach komputerowych. Miary stopnia cyfryzacji stają się jedną z podstaw oceny rozwoju społeczeństw [Katz, Koutroumpis, 2012].

Kreowanie i wdrażanie potrzebnych zmian dla potrzeb tego procesu powinno zawierać działania określone w takich nurtach, jak [Gulczyński, 2011]:

- inwestycje w wytwarzanie energii z OZE,
- recykling,
- rekultywacja przyrody,
- racjonalizacja potrzeb poprzez poprawienie systemu komunikacji,
- redystrybucja dochodów,
- redukcja popytu militarnego i zaangażowań wojennych,
- reorientacja celów aktywności gospodarczej i przejście do mierników uwzględniających ekologiczne koszty i poziom pożytku racjonalnego zaspokojenia społecznych potrzeb,
- rewitalizacja demokracji poprzez skojarzenia uprawnień do współdecydowania – z obowiązkiem współodpowiedzialności za skutki społecznych zachowań,
- regionalizm – w znaczeniu glokalizacji,
- reedukacja – ustawiczne kształcenie, jak rozumnie żyć w globalnej cywilizacji racjonalnego dostatku.

Paradygmat społeczno-gospodarczy uwzględnia czynniki kulturowe i historyczne. Na poziomie makro określa ekonomię jako podsystem systemu społecznego. Na poziomie mikro uwzględnia empiryczne konflikty pomiędzy poczuciem morale i obowiązku a poczuciem własnego interesu i przyjemności oraz zakłada ograniczone zdolności intelektualne jednostek. Jednostka i grupa są jednakowo ważne i mają te same podstawy pojęciowe i moralne. Zakres i poziom innowacyjności jest częściowo społecznie zdeterminowany; im niżej oceniane są cele ekonomiczne i technologiczne, a jednocześnie wyżej społeczne i religijne, tym niższy jest poziom i zakres innowacyjności [Etzioni, 2002].

Pojęcie przeskoku technologicznego oznacza długoterminową zmianę systemu spełniającego podstawową funkcję społeczną. W okresie przejściowym następują duże zmiany zarówno techniczne, jak i społeczno-kulturowe. Koewolucja zmian technicznych i społecznych odróżnia ten sposób przejścia od procesów przyrostowych charakteryzujących się stopniowymi zmianami technologii poszczególnych generacji przy stosunkowo niewielkim osadzeniu społecznym [Elzen, Wieczorek, 2005]. Alternatywą przyrostowych zmian rozwoju jest opracowanie systemu radykalnych zmian. Wprowadzenie ich w życie napotyka zwykle wiele barier różnej natury: finansowej (np. związanych z pozyskaniem kapitału i finansowaniem procesu produkcji), prawnej, infrastrukturalnej czy preferencji i przyzwyczajeń użytkownika.

W ostatnich latach próby osiągania określonych celów, takich jak np. czyste środowisko, prowadzone były metodą zmian przyrostowych, doprowadzając do określonych sukcesów, np. zmniejszenia zanieczyszczenia atmosfery czy poprawy efektywności zużycia paliwa w pojazdach [GUS, 2011]. W przypadku zrównoważonego transportu, oprócz ograniczania emisji dwutlenku węgla i innych zanieczyszczeń, dochodzi problem wyeliminowania nieefektywnego wykorzystywania pojazdów. W większości przypadków służą one do przewozu jednej osoby w ciągu dnia przez około jedną godzinę, przez pozostały czas stojąc zwykle w pobliżu biur (w obszarach zabudowanych). Oznacza to, że wykorzystanie ich potencjalnej efektywności kształtuje się na poziomie około 1% (zakładając wykorzystanie czterech miejsc w pojeździe przez 24 godziny). Do poprawy tej sytuacji potrzebna jest jednak radykalna zmiana w postaci nowej technologii transportu, zmiana infrastruktury, a także określenie nowych dodatkowych ról dla pojazdów, np. jako magazynów energii, oraz zmian dotychczasowych zwyczajów podróżnych.

Procesy radykalnych zmian, niezbędne dla zrównoważonego rozwoju, posiadają pewne właściwości [Elzen, Wieczorek, 2005]:

– dotyczą systemów związanych z zapewnieniem podstawowych potrzeb ludzkich, przy czym każdy z systemów charakteryzuje się określoną linią technologii, infrastruktur, wzorców zachowań, wartości kulturowych, regulacji;

– implikują zmiany w wielu wymiarach wymienionych wyżej systemów i są kombinacją zmian technicznych i społeczno-behawioralnych;

– dotyczą wielu podmiotów, takich jak: przedsiębiorstwa, konsumenci, organizacje rządowe i pozarządowe, producenci, naukowcy wiedzy, podmioty stanowiące prawo;

– wywołują zmiany na różnych poziomach: na poziomie mikro, odnosząc się do poszczególnych działań, na poziomie mezo, tworząc paradygmaty i zasady dla reżimów lub systemów, oraz na poziomie makro, obejmując szersze społeczne i kulturowe cechy i tendencje, takie jak: indywidualizacja i globalizacja.

Powyższe cechy powodują dużą złożoność samego procesu przejścia. Sposób rozważania wielopoziomowej perspektywy transformacji jako koncepcji systemu zmian i innowacji z jednego systemu społeczno-technicznego na drugi można rozpatrywać w wielu warstwach, w których innowacje systemowe mogą następować poprzez wzajemne oddziaływanie między dynamiką na poziomie [Geels, 2005]:

– ogólnych warunków, opisywanych przez czynniki wpływające na wiele reżimów pracy, np. problem emisji dwutlenku węgla wpływający na systemy produkcji, zdrowia itd. (makropoziom);

– reżimu społeczno-technicznego opisującego specyficzne cechy danego systemu (mezopoziom);

– niszy technologicznej, która jest miejscem powstawania radykalnych innowacji (mikropoziom).

Istotną rolę we wprowadzaniu innowacji pełnią instytucje rządowe mające do dyspozycji takie instrumenty, jak: tworzenie norm środowiskowych, systemy podatkowe, systemy dotacji wspierające lub zniechęcające do korzystania z określonych rozwiązań.

Dla polityki zrównoważonego rozwoju niezbędne jest określanie długofalowej polityki w zakresie konkretnych systemów. Instytucje państwowe mogą pełnić rolę mediatora pomiędzy podmiotami gospodarczymi a społecznymi i moderatora, np. wspierając transfer wiedzy (np. poprzez organizowanie konferencji technicznych), a także wpływając na wzorce współpracy środowisk naukowych z rynkiem.

Kluczowym zagadnieniem dla okresów przejścia są kwestie związane z interaktywnym systemem nauki i tworzeniem wizji rozwoju. Istotne znaczenie ma określenie, kto i co powinien robić oraz w jaki sposób rozwiązać potencjalną sprzeczność interesów poszczególnych podmiotów. Procesy radykalnych zmian oznaczają nie zmianę pojedynczych przedsiębiorstw, ale sieci organizacji i wielu różnych podmiotów, zwłaszcza odbiorców, oraz współudział państwa, przy czym trudno jest określić konkretny podział na sfery prywatne i publiczne, a istotną kwestią jest znalezienie najbardziej efektywnego poziomu zmian [Elzen, Wieczorek, 2005].

1.2. Zrównoważony rozwój a zmiana systemu elektroenergetycznego

System elektroenergetyczny to obecnie jeden z największych systemów, których praca oparta jest o masowe wykorzystanie surowców naturalnych. Przy rozważaniu koncepcji zrównoważonego rozwoju, konieczność ograniczenia negatywnych skutków ekologicznych i przeciwdziałania zmianie klimatu nasuwa dylemat, czy korzystanie ze skończonych zasobów energetycznych jest zgodne z tą koncepcją, ponieważ obecnie używane paliwa mogą zostać wyczerpane i być niedostępne dla przyszłych pokoleń [Voβ, 2006]. Dostępne zasoby energetyczne i surowcowe są w znacznym stopniu określone przez osiągalną technologię, której poziom rozwoju prowadzi do przekształcenia zasobów, uważanych w pewnym okresie za bezwartościowe, w zasoby dostępne, przeznaczone do wykorzystania w celu wytwarzania energii. Oznacza to, że nie tylko korzystanie z „odnawialnych zasobów" jest zgodne z koncepcją zrównoważonego rozwoju, ale istnieje potrzeba zwiększania bazy dostępnych zasobów i oszczędnego gospodarowania energią i zasobami, co implikuje konieczność wprowadzania zmian w tradycyjnych systemach elektroenergetycznych po stronie każdego z uczestników łańcucha dostaw energii (wytwórców, dystrybutorów i odbiorców).

Stymulacja oszczędzania energii nie jest rzeczą prostą, ponieważ jest to dobro bezpośrednio niewidziane, konsumowane nie bezpośrednio, a za pomocą urządzeń. Do oszczędzania energii zachęca się poprzez promocję i aktywację pewnych działań, mających na celu wywołanie zmian w sposobie użytkowania energii, w tym np. świadomy wybór urządzeń energooszczędnych. Odbiorcy energii nie jest łatwo stworzyć sobie spójny, zrozumiały obraz oszczędzania energii w życiu codziennym. Brak możliwości obserwacji bieżących efektów oszczędzania nie daje poczucia kontroli procesu oszczędzania. Podobnie jest z ochroną środowiska, odbiorca nie widzi bezpośredniego efektu, jaki przynoszą jego działania, stąd trudno jest wywołać pewien związek emocjonalny (np. poczucie dobrze spełnionego obowiązku lub dumy) wywołujący zmianę zachowań [Fischer, 2008]. Konsumenci postrzegają energię jako produkt, który jest niezbędny do codziennego funkcjonowania, ale ze względu na wymienione cechy, nawet jeśli stanowi znaczącą pozycję w budżecie domowym, raczej traktują ją nie jako dobro pierwszoplanowe, a „drugorzędne". W tym wypadku sposobem na zmianę postrzegania znaczenia energii jest danie odbiorcom możliwości śledzenia efektów swoich działań w postaci zarówno oszczędności finansowych, jak i oceny wpływu na środowisko.

Równie istotny w stymulacji oszczędności jest rozwój i wykorzystanie nowych technologii w zakresie produkcji energii. Niektóre kraje mają długą tradycję wykorzystania instrumentów bezpośrednich stymulowania innowacji w zakresie zrównoważonych systemów wytwarzania energii. Takim krajem w Europie jest np. Dania, która stała się jednym z liderów w rozwoju technologii energetycznych opartych na źródłach odnawialnych, szczególnie elektrowni

wiatrowych. Fala prywatyzacji i liberalizacji w tym kraju, prowadzona częściowo pod wpływem Unii Europejskiej, spowodowała zastosowanie takich instrumentów rynkowych, jak rynek „zielonej" energii i dwutlenku węgla czy obrót certyfikatami energetycznymi. Z analiz różnych systemów regulacyjnych przeprowadzonych w Danii wynika jednak, że zdolność modeli rynkowych do wspierania innowacji technologicznych w zakresie przyszłych potrzeb systemu elektroenergetycznego jest na razie niewielka [Jørgensen, 2005].

Zrównoważony rozwój może więc oznaczać np. masowe korzystanie ze źródeł energii odnawialnej. Nie będzie on jednak możliwy bez ograniczenia zużycia energii we wszystkich sektorach oraz wprowadzenia odpowiedniej infrastruktury przesyłowej (na co wskazują np. aktualny stan i scenariusze rozwoju dla Niemiec).

Zmiana systemu elektroenergetycznego w kierunku zgodnym z koncepcją zrównoważonego rozwoju jest wyzwaniem wymagającym długoterminowej współpracy ze strony rządów, podmiotów gospodarczych i organizacji społecznych oraz wszystkich obywateli społeczeństwa. System energetyczny można uznać za zrównoważony, jeżeli [Voβ, 2006]:

– ekonomiczny potencjał dostarczania usług energetycznych dla przyszłych pokoleń rośnie lub nie zmniejsza się,
– uwolnienia substancji do środowiska związane z wykorzystaniem energii nie przekraczają naturalnej zdolności środowiska do ich asymilacji,
– zagrożenia dla zdrowia ludzkiego związane z produkcją energii są mniejsze niż zagrożenia, które powstałyby z powodu braku dostarczenia energii,
– usługi energetyczne są dostarczane przy minimalnym wykorzystaniu zasobów środowiska.

Dla oceny technologii energetycznych potrzebne są miary w jednostkach funkcjonalnych pozwalające na określenie łącznego zużycia zasobów, np. całkowitego społecznego kosztu przypadającego na jednostkę dostarczonej usługi energetycznej, obejmującego koszty ponoszone bezpośrednio oraz koszty zewnętrzne w łańcuchu przemian energetycznych prowadzących do dostarczenia odpowiedniej usługi energetycznej [Voβ, 2006].

J. Popczyk wprowadza pojęcie *synergetyki* jako syntezy energetyki, budownictwa, transportu i rolnictwa energetycznego, która będzie stanowić główny czynnik stabilizujący bezpieczeństwo energetyczne, żywnościowe i ekologiczne. *Synergetyka* według Autora oznacza obszar rozległych powiązań energetyczno-środowiskowo-społecznych, a jej istotą jest przekraczanie granic między tymi segmentami, które pozwoli na efektywniejsze zarządzanie procesami w łańcuchu wartości obejmującym wydobycie paliw kopalnych i ich przetwórstwo, produkcję energii odnawialnej, wreszcie użytkowanie paliw i energii. Celem holistycznego podejścia charakterystycznego dla *synergetyki* jest transformacja od paliw kopalnych do energii odnawialnej [Popczyk, 2011].

1.3. Inteligentne Sieci Elektroenergetyczne jako koncepcja rozwoju systemu elektroenergetycznego

System elektroenergetyczny to jeden z bardziej skomplikowanych układów stworzonych przez człowieka. Złożony z tysięcy kilometrów linii energetycznych napowietrznych i podziemnych, stacji transformatorowych, przekaźnikowych, punktów wytwarzania i korzystania z energii tworzy uporządkowaną sieć, oplatającą cały świat, zaopatrując jego mieszkańców w dobro podstawowe, jakim stała się energia. Od początku swego istnienia system ten podlegał określonemu procesowi sterowania i kontroli, który od lat sześćdziesiątych ubiegłego stulecia jest wspomagany systemami komputerowymi. W krajach Europy, w tym w Polsce, oraz w USA dominuje struktura tworzona w latach 1960–1970. Jak każda infrastruktura techniczna podlega ona degradacji i powinna zostać zastąpiona nowymi rozwiązaniami. Ponadto decentralizacja rynku, konieczność wymiany infrastruktury i postęp technologiczny to główne determinanty rozwoju nowej sieci elektroenergetycznej.

Tradycyjny system elektroenergetyczny ma charakter systemu centralnie sterowanego, o zamkniętych (gromadzących i przetwarzających dane tylko na potrzeby własne) systemach informatycznych, który nie przewiduje interakcji z odbiorcami [Pamuła, Zieliński, 2005; Pamuła, Zieliński, 2009a]. Wprowadzenie do infrastruktury elektroenergetyki nowych rozwiązań to nie tylko wymiana starych linii i urządzeń na nowe, ale wprowadzenie rozwiązań informatyczno-komunikacyjnych, które nadadzą jej pewnego rodzaju „inteligencji", tworząc nową jakość. Rozwój tych systemów, wzrost mocy obliczeniowej, spadek cen urządzeń, rozwój sieci komputerowych i rozwój technologii pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych zdecydowały o procesie zmian systemu z sieci centralnej na rozwiązanie określane mianem Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej – ISE (Smart Grid – SG).

Ewolucja systemu w stronę ISE oznacza przede wszystkim zmianę systemu scentralizowanego na rozproszony system sieciowy z wieloma miejscami generacji energii oraz wieloma podmiotami dokonującymi transakcji sprzedaży/zakupu na rynkach energii. System ten musi cechować się szybkim sposobem komunikacji i aplikacjami pozwalającymi na zarządzanie w każdym obszarze sieci (w indywidualnym gospodarstwie domowym, budynku, osiedlu, większej społeczności). Przejście do konkurencyjnego rynku energii oznacza konieczność przygotowania nowej infrastruktury informatyczno-komunikacyjnej do aktywnego udziału wszystkich stron nowego łańcucha wartości w energetyce, która zapewni bezproblemową integrację i współdziałanie wielu zróżnicowanych sieci oraz pozwoli na prowadzenie konkurencyjnych transakcji, takich jak: handel energią, licytacji usług pomocniczych i ustalenie warunków udziału w programach sterowania popytem.

Energia, podobnie jak inne dobra i usługi, musi zostać dostarczona konsumentowi. Jest to dobro specyficzne, praktycznie niepodlegające magazynowaniu, przez co wymagające precyzyjnego systemu prognozowania zapotrzebowania i planowania zdolności produkcyjnych, oraz transportowane poprzez dedykowany system sieci. Łańcuch dostaw w przypadku energii elektrycznej obejmuje następujące elementy:

- źródła energii (lub paliwa),
- generacja mocy,
- przesył poprzez sieć wysokiego napięcia,
- przesył poprzez sieć średniego i niskiego napięcia,
- konsumpcję energii poprzez użytkownika końcowego.

Łańcuch dostaw energii wymaga szeregu usług zapewniających ciągłość dostaw energii o określonych parametrach jakościowych. W obecnym systemie usługi te koncentrują się na konkurencyjnych transakcjach na hurtowym rynku energii oraz równym dostępie wszystkich partnerów do sieci przesyłowych. Nowy łańcuch dostaw w energetyce jest rezultatem rozwoju nowych technologii, pojawienia się nowych udziałowców rynku energii oraz nowych rozwiązań prawnych. Działanie systemu elektroenergetycznego w warunkach rynkowych wymaga nowego podejścia do prowadzenia ruchu systemu, a zwłaszcza modyfikacji dwóch elementów planowania: pracy urządzeń wytwórczych i zarządzania ograniczeniami [Mielczarski, Kasprzyk, 2006].

W Inteligentnych Sieciach Elektroenergetycznych głównego znaczenia nabiera konsumpcja, czyli strona popytowa [Rączka, 2013], co wymaga obsługi wielu nowych usług pojawiających się na rynku. Jedną z podstawowych jest zarządzanie popytem, które daje możliwość dostarczania energii z odnawialnych i rozproszonych źródeł do sieci w zależności od bieżących warunków i sygnałów cenowych płynących z lokalnego rynku energii [Kowalska, Wilczyński, 2007]. Jest to przykład usługi, która wymaga integracji i interakcji pomiędzy wieloma partnerami biznesowymi, ich systemami informacyjnymi i fizycznymi, pozwalającymi na faktyczny przesył energii.

Do innych usług wymagających podobnej interakcji należą:

- systemy naliczania rachunków za zużycie energii (i/lub dostarczenia energii),
- zarządzanie urządzeniami pobierającymi energię w gospodarstwie domowym,
- systemy informacji o cenach energii,
- systemy odczytu, gromadzenia i przesyłu danych z inteligentnych liczników,
- systemy audytu energetycznego.

W celu zapewnienia efektywności działania usługi te wymagają:

- integracji różnych systemów,
- transakcji na poziomie ekonomiczno-finansowym i technicznym,
- automatyzacji obsługi procesów.

Zapewnienie świadczenia usług ISE pociąga za sobą konieczność stworzenia otwartej architektury komunikacyjnej, skalowalnej, elastycznie reagującej na potrzeby dostawców i konsumentów energii.

Zmiana paradygmatu sieci elektroenergetycznych w kierunku interaktywności otwarcia na potrzeby konsumenta transformuje również jej techniczny obraz. Zdefiniowanie tego pojęcia okazuje się trudne, gdyż sama koncepcja jest stosunkowo nowa, otwarta na nowe wizje [Malko, 2012]. Inteligentna Sieć Elektroenergetyczna jest definiowana poprzez podstawowe rozwiązania lub cele, jakie powinna spełniać. Zmiana paradygmatu sieci elektroenergetycznych oznacza masowy udział klientów w rynku energii, co oznacza poszerzenie obszaru funkcjonalności komunikacji dostawca–odbiorca w trzech głównych kierunkach:

– bezpośrednio związanych z usługą dostarczania energii, np. informacje zawarte na rachunku czy systemy kalkulacji cen,
– pośrednio związanych z usługami dostarczania energii, np. systemy zapewnienia bezpieczeństwa czy aplikacje do monitoringu urządzeń,
– ogólnie związanych z komunikacją, np. usługi gromadzenia i udostępniania danych.

Rozszerzona funkcjonalność komunikacji ma na celu zapewnienie [Gellings, 2009]:

– stworzenia urządzeń i rozwiązań odpornych na zagrożenia wynikające ze zjawisk naturalnych, jak np. potencjalne ataki hakerskie i terrorystyczne (por. rozdz. 1.4), oraz posiadających zdolność samonaprawy w przypadku wystąpienia takiego zagrożenia,
– maksymalnie niezawodnych dostaw wysokiej jakości energii dla zwiększającej się liczby klientów, których wymagania w tym zakresie będą rosły,
– stworzenia szerokiego systemu masowo dostępnych usług, pozwalających klientowi na kontrolę zużycia energii i związanych z tym kosztów,
– minimalizacji wpływu rozwiązań na środowiska i społeczności poprzez poprawę wykorzystania istniejącej infrastruktury i promocję energooszczędnych rozwiązań.

ISE jest zarówno rozwiązaniem przyjaznym środowisku, jak i korzystnym dla całego systemu elektroenergetyki. W przypadku krajowego systemu elektroenergetycznego pozwala na [Popczyk, 2011]:

– niezależność od importowanych paliw i energii, co wpływa na bezpieczeństwo energetyczne kraju,
– wolniejsze tempo zużycia dostępnych paliw kopalnianych i efektywniejsze ich wykorzystanie,
– zmniejszenie liczby i odroczenie w czasie konieczności budowy nowych źródeł generacji mocy (tradycyjnych i atomowych),
– zmniejszenie emisji gazów i zanieczyszczeń, w tym redukcję dwutlenku węgla,

– rozwój ekonomiczny,
– łatwiejsze spełnianie wymogów przepisów, a także umów krajowych i międzynarodowych dla środowiska,
– przejście na masowe korzystanie z odnawialnych źródeł energii,
– efektywniejsze wykorzystanie urządzeń.

Potencjalne korzyści dla odbiorców i dostawców energii po wprowadzeniu rozwiązań Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej przedstawia tabela 1.1.

Tabela 1.1. Korzyści Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej dla klienta i dostawcy energii

Odbiorca	**Dostawca**
1	2
Lepsza komunikacja	Lepsza komunikacja
Lepsza obsługa klienta	Lepsza obsługa klienta
Większy wybór usług	Rozszerzone zarządzanie dystrybucją
Eliminacja błędów odczytu liczników	Większa możliwość tworzenia profili zużycia energii dla klientów
Zwiększona niezawodność dostaw energii	Większa możliwość kontrolowania momentów szczytowego poboru
Zwiększona jakość dostaw energii	Większa możliwość zarządzania przepustowością systemu
Znacznie mniejsza liczba przerw w dostarczaniu usług	Redukcja przeciążenia transmisji i strat na liniach przesyłowych
Krótszy okres przerw w dostarczaniu energii	Zredukowana konieczność tworzenia nowych źródeł mocy
Zarządzanie kosztami zużycia energii	Zwiększona niezawodność i jakość dostaw, stabilizacja sieci
Możliwość automatycznej komunikacji w zakresie informacji o przerwach, naprawach programów sterowania popytem itp.	Lepsze zarządzanie systemem usuwania awarii, usuwanie części awarii w sposób zdalny
Większa elastyczność i wybór usług na rynku energii	Redukcja strat związanych z kradzieżą energii
Łatwiejszy dostęp do zakupu „zielonej” energii	Efektywne zarządzanie posiadanym majątkiem
Wpływ na zarządzanie środowiskiem	Redukcja kosztów z tytułu automatycznego odczytu liczników
Przyrost wiedzy na temat zarządzania energią	Możliwość zdalnego dokonywania pomiarów i weryfikacji
Łatwe korzystanie i dołączanie OZE	Wymiana danych i informacji z użytkownikiem w czasie rzeczywistym
Możliwość zarządzania urządzeniami, w tym naprawy zdalne, np. poprzez dostawcę	Możliwość bezpośredniej kontroli urządzeń zainstalowanych u użytkownika
Inteligentne o przyjaznych interfejsach urządzenia sterowania zużyciem energii	Możliwość stosowania taryf dynamicznych i programów zarządzania popytem
Możliwość współdziałania różnych systemów do zarządzania zużyciem energii	Ułatwione rozliczenie z klientem, możliwość komunikacji w przypadku przerw w dostawach energii

Tabela 1.1 (cd.)

1	2
Wykorzystanie Internetu do komunikacji z dostawcą energii	Możliwość zdalnej naprawy urządzeń zainstalowanych u klienta
Zwiększona efektywność korzystania z urządzeń domowych pobierających energię	Możliwość kontroli kosztów
	Integracja z systemami ładowania elektrycznych samochodów i wykorzystanie ich akumulatorów
	Lepsza zdolność do stosowania nowych rozwiązań, spełniania nowych wymagań
	Łatwiejsze spełnianie wymogów przepisów i umów krajowych i międzynarodowych

Źródło: [Gellings, 2009; EPRI, 2008].

Budowa i wdrożenie ISE wymaga wielu skoordynowanych działań, do których należały przede wszystkim nowy sposób zarządzania oparty o komunikację z odbiorcą oraz silny nacisk na produkcję „zielonej" energii.

Nie istnieje jedna definicja pojęcia Inteligentna Sieć Elektroenergetyczna. Ten skomplikowany system wykorzystujący wiele technologii, architektur i rozwiązań w celu poprawy funkcjonalności pracy systemu jest definiowany, a raczej określany przez różne organizacje, z różnych perspektywy rozwoju. Tabela 1.2 prezentuje wybrane koncepcje i wizje rozwoju Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej w różnych perspektywach.

Tabela 1.2. Wizje rozwoju ISE

Organizacja	**Wizja rozwoju**	**Perspektywa**	**Oczekiwane efekty**
1	2	3	4
Zespół Zadaniowy Komisji Europejskiej ds. Inteligentnych Sieci Energetycznych	– Zwiększenie na szeroką skalę liczby producentów dostarczających energię wielu odbiorcom. – Masowa produkcja energii z lokalnych źródeł przez dotychczasowych odbiorców. – Koordynacja działań wszystkich partnerów poprzez ISE z wykorzystaniem technologii informatyczno-komunikacyjnych.	System	Sieć elektroenergetyczna, która może, w sposób efektywny kosztowo, integrować zachowania i działania wszystkich podłączonych do niej użytkowników: producentów, konsumentów, prosumentów w celu zapewnienia efektywnego, zrównoważonego systemu, który zapobiegnie stratom i zapewni wysoki poziom jakości i bezpieczeństwa dostaw.

1	2	3	4
Firma konsultingowa Capgemini[a]	W celu spełnienia wyzwań ISE operatorzy powinni skoncentrować działania na: – zbieraniu danych z różnych miejsc sieci; – analizie, symulacji i prognozowaniu dla celów operacyjnych i biznesowych; – monitorowaniu, zarządzaniu i wykonywaniu działań w procesach wywoływanych przez dane pochodzące z urządzeń sieci; – przebudowie sieci w celu umożliwienia dwukierunkowego przepływu mocy i informacji.	Operator	Nowe funkcje dla operacji w czasie rzeczywistym do zarządzania i monitorowania. Nowe funkcje dla operacji w trybie non-real-time, takie jak: integracja danych z istniejących i nowych systemów baz danych oraz powiązanie ich z danymi finansowymi w celu wspomagania procesu optymalnego wykorzystania zasobów, planowania strategicznego, raportowania i maksymalizacji zadowolenia klientów.
Koncern informatyczny IBM[b]	ISE to technologiczny ekosystem stworzony z wielu połączonych, heterogenicznych inteligentnych sieci, złożonych z różnego typu urządzeń i Rozproszonych Źródeł Energii (RZE) oraz narzędzi do zarządzania wykorzystaniem energii przez konsumenta. Koncentracja na: – przygotowaniu środowiska, w którym klient pełni bardziej aktywną rolę; – przygotowaniu źródeł informacji dla pracy w trybie rzeczywistym oraz określeniu ról w ewoluującym łańcuchu wartości w branży energetycznej; – lepszym zrozumieniu i przygotowaniu odpowiednich usług dla różnych grup klientów.	Klient	Stosowanie przez przedsiębiorstwa energetyczne technologii, takich jak zaawansowana infrastruktura opomiarowania, sensory, rozproszone generatory energii przełoży się na: – wzrost odpowiedzialności klienta za sposób wykorzystania energii, co wraz z przewidywanym wzrostem cen na energię będzie stanowiło pozytywny bodziec dla środowiska; – inwestycje w generowanie energii ze źródeł odnawialnych; – unowocześnienie sieci elektroenergetycznej i zmiana jej struktury pozwalająca na unikanie częstych braków dostaw energii; – spadek kosztów technologii, w tym technologii komunikacyjnych ze względu na szerokie upowszechnienie i stosowanie otwartych standardów.

Tabela 1.2 (cd.)

1	2	3	4
Mapa drogowa IntelliGrid[SM][c] stworzona w projekcie Integrated Energy and Communications System Architecture sponsorowanym przez Electric Power Research Institute (EPRI)	Konwergencja szybkiego rozwoju technologii komunikacyjnych, komputerowych i elektronicznych oraz zwiększenie zakresu usług dla klienta jako główny element rozwoju branży elektroenergetycznej.	Architektura	Rozwój gospodarki opartej na wiedzy wymaga systemów, które łączą technologie informatyczno-komunikacyjne z technologiami przepływu energii.
National Institute of Standards and Technology NIST[d]	Model koncepcyjny NIST dostarcza ram dla siedmiu obszarów (generacja centralna, przesył, dystrybucja, odbiorcy, funkcjonowanie, rynki i dostawcy usług), z których każdy jest definiowany w trzech warstwach: – przepływu energii i mocy, – komunikacji, – technologii informatycznych. Warstwy komunikacji oraz technologii informatycznych są infrastrukturą umożliwiającą warstwie przepływu energii zachowania „inteligentne”.	Architektura referencyjna	Model ten pomaga wszystkim uczestnikom wszystkich obszarów w zrozumieniu elementów składowych całego systemu sieci inteligentnej i ich wzajemnej interakcji.
Europejski Model Koncepcyjny	Przyjęty w Europie model jest rozwinięciem modelu NIST uwzględniającym specyficzne wymagania UE, np. integrację rozproszonych źródeł energii.		
Koncern energetyczny Duke Energy	Stworzenie cyfrowej internetowej sieci punkt-punkt (*end-to-end*) wykorzystującej dwukierunkową komunikację i pozwalającej użytkownikowi na dokonywanie wyborów i kontrolowanie zużycia w celu umożliwienia zrównoważonego rozwoju i redukcji emisji dwutlenku węgla.	Komunikacja	Redukcja emisji gazów cieplarnianych, budowa efektywnych systemów generacji energii, tworzenie nowych technologii, zwłaszcza pozyskiwania energii z OZE i nowych rozwiązań rynkowych, kreowanie nowych programów poprawy efektywności energetycznej.

1	2	3	4
Koncern informatyczny SAP[e]	Stworzenie systemu, który będzie w stanie obsługiwać pracę i współpracę systemów w czasie rzeczywistym w różnej skali.	Standardy komunikacji	Konieczność wykorzystania wspólnych otwartych standardów w celu zapewnienia interoperacyjności systemów w obszarze lokalnym, krajowym i międzynarodowym. Umożliwienie wszystkim odbiorcom prywatnym i publicznym możliwości monitorowania i kontroli zużycia energii, odpowiedzi na bodźce finansowe i inne.

[a] http://www.capgemini.com/energy; [b] http://www.ibm.com; [c] http://www.epri-intelligrid.com; [d] http://www.nist.gov; [e] http://www.duke-energy.com

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Gellings, 2009] oraz portali internetowych wybranych organizacji.

Wymienione wizje rozwoju Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej silnie akcentują konieczność aktywacji działań odbiorców w zakresie kontrolowania zużycia energii. Dla potrzeb tematyki pracy najbardziej odpowiednia wydaje się jednak definicja podkreślająca nową rolę odbiorcy, wprowadzona przez International Energy Agency (IEA) [Chandler, 2008], która mówi, że Inteligentna Sieć Elektroenergetyczna generuje i dystrybuuje energię elektryczną od miejsc wytwarzania do urządzeń odbiorcy w sposób efektywny, bezpieczny, ekonomiczny i zgodny z ideą zrównoważonego rozwoju, wykorzystując w tym celu innowacyjne technologie, produkty, usługi oraz zaawansowane metody komunikacji i kontroli. Analiza wymienionych wizji oraz przytoczona definicja dowodzą, że przyszłe Inteligentne Sieci Elektroenergetyczne będą implikować nie tylko technologiczną, środowiskową i ekonomiczną modernizację, ale przede wszystkim konieczność zmian w dotychczasowym modelu dostawca–odbiorca energii. W związku z powyższym przyjętą definicję IEA można zmodyfikować, nadając jej następujące brzmienie: „Inteligentna Sieć Elektroenergetyczna generuje i dystrybuuje energię elektryczną od miejsc wytwarzania do urządzeń odbiorcy w sposób efektywny, bezpieczny, ekonomiczny i zgodny z ideą zrównoważonego rozwoju, wykorzystując w tym celu innowacyjne technologie, produkty, usługi oraz zaawansowane metody komunikacji i kontroli, pozwalając wszystkim podmiotom na aktywny udział w łańcuchu dostaw i rynku energii”. Rozszerzenie definicji ma istotne znaczenie dla podkreślenia zmiany roli odbiorcy z pasywnej na aktywną i podkreślenia zmian na rynku energii.

Rozwiązania dla Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych są badane, modelowane i sukcesywnie od kilkunastu lat wprowadzane (aczkolwiek należy zauważyć, że w większości w postaci projektów pilotażowych). Zdefiniowane zostały obszary oddziaływania Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych na rozwój sektora energetyki, które można pogrupować następująco [Malko, 2010]:

– problemy definicyjne w zakresie samego pojęcia,
– rozwój sieci małej skali, np. dotyczącej pojedynczych budynków,
– zastosowania w skali infrastruktury sieci przesyłowych i rozdzielczych,
– integracja systemów (automatyki, sterowania urządzeniami, opomiarowania, zarządzania rynkiem energii),
– ewolucja priorytetów w kierunku prowadzenia inwestycji związanych z technologiami pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych i udziału odbiorców w rynku energii,
– technologia komunikacji,
– swoboda wyboru aplikacji i rozwiązań,
– akceptacja nowych technologii przez podmioty,
– rozwój rynku energii.

Dalsze zagadnienia w niniejszej pracy koncentrować się będą głównie na akceptacji nowych rozwiązań i pożądanych zmianach zachowań odbiorców na rynku energii.

Dla ilustracji nowej roli odbiorcy energii w Inteligentnych Sieciach Elektroenergetycznych na rysunku 1.1 przedstawiono model koncepcyjny National Institute of Standards and Technology (NIST) dla odbiorcy. W modelu tym założono, że odbiorca będzie podłączony do sieci dystrybucyjnej poprzez zainstalowany inteligentny licznik oraz będzie miał możliwość zarówno dwustronnej komunikacji, jak również kontroli i zarządzania zużyciem energii. Głównym interfejsem komunikacyjnym jest bramka, która może być częścią licznika energii lub elementem niezależnym.

Udział gospodarstwa domowego w rozwiązaniach ISE jest możliwy dzięki pewnym technologiom pełniącym podstawową rolę w zakresie komunikacji i zarządzania zużyciem energii, tj.:

a) infrastrukturze sieci domowej – ISD (Home Area Network – HAN) jako mechanizmowi komunikacji pomiędzy zainstalowanymi w gospodarstwie urządzeniami;

b) inteligentnym urządzeniom pomiarowym pozwalającym na dwukierunkową komunikację pomiędzy klientem a dostawcą energii i powiązanym z całym systemem inteligentnego opomiarowania;

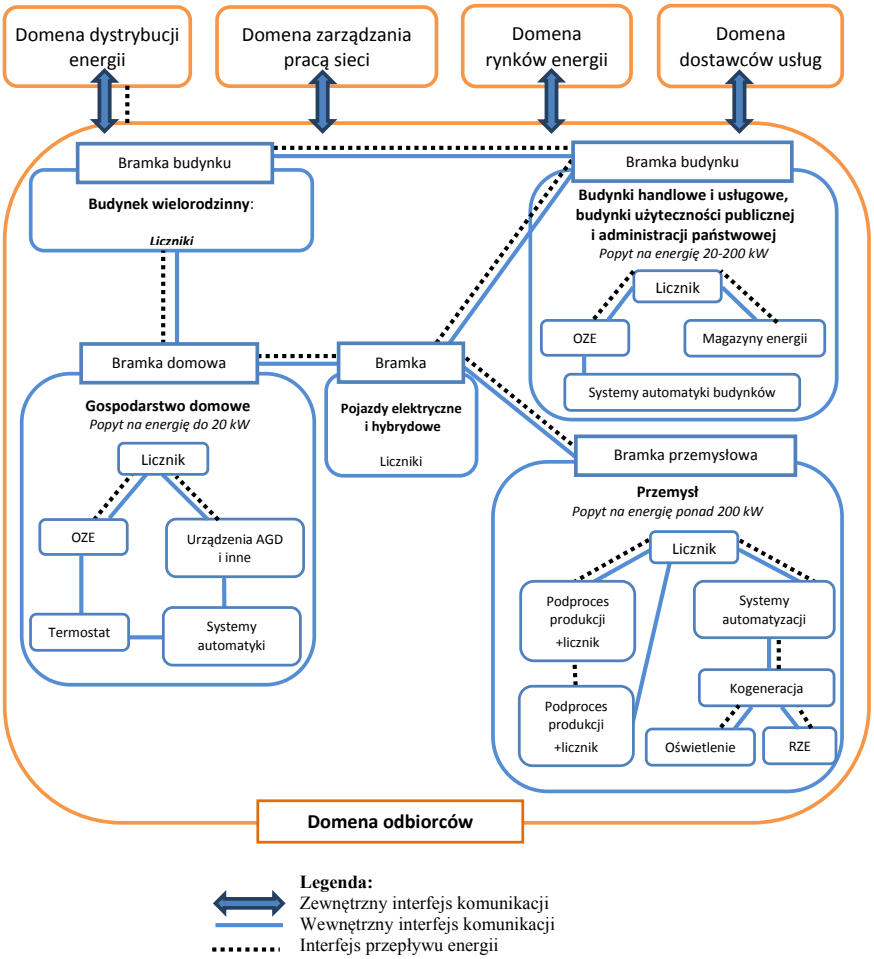
c) domowym panelom sterującym – tzw. bramkom domowym lub interfejsom komunikacji (wbudowanym w inteligentny licznik lub oferowanym jako osobne urządzenie) pomiędzy użytkownikiem i dostawcą energii;

d) termostatom – programowalnym urządzeniom pozwalającym na komunikację z jednostkami grzewczymi i chłodzącymi – sterowaniu ich pracą oraz komunikacji pomiędzy ISD i dostawcą energii;

e) inteligentnym urządzeniom domowym, którymi można sterować;

f) źródłom energii elektrycznej i akumulatorom energii.

Zbieranie, agregacja i analiza danych pomiarowych oraz możliwość przechowywania informacji, które z urządzeń i w jakim czasie jest wykorzystywane, będą stanowić podstawę programów identyfikujących klientów o dużym potencjale w zakresie możliwości sterowania zużyciem energii.



Rys. 1.1. Model koncepcyjny NIST dla odbiorcy w ISE
Źródło: opracowanie własne na podstawie [ISE-IEEE]

Odbiorca energii ma pełnić w przyszłych inteligentnych sieciach jeszcze jedną nową rolę – producenta energii. Wydzielając pewną część sieci elektroenergetycznej i wykorzystując OZE, można stworzyć tzw. mikrosieć – system elektroenergetyczny małej skali, który może zasilać grupę odbiorców niezależnie od krajowego systemu. Skala mikrosieci może być różna, od infrastruktur, zawierających wiele źródeł generowania, magazynowania i odbioru energii, po indywidualny budynek wyposażony w generator i magazyn energii.

1.3.1. Mikrosieci – efektywne wykorzystanie energii w małej skali

Podobnie jak w przypadku ISE nie ma jednoznacznej definicji mikrosieci. Z technicznego punktu widzenia mikrosieć to sieć niskiego napięcia przyłączona do stacji sieci dystrybucyjnej poprzez punkt przyłączenia. W europejskim projekcie MoreMicrogrid[3] mikrosieć jest rozumiana jako mała modularna generacja, wzajemnie połączona z niskonapięciową siecią rozdzielczą, która może współpracować z systemem elektroenergetycznym, albo pracować wyspowo, w sposób sterowany i skoordynowany [Pamuła, Zieliński, 2009a, b].

Z punktu widzenia reszty systemu elektroenergetycznego mikrosieć stanowi zamkniętą, sterowalną całość (jednostkę), która zaspokaja lokalne potrzeby. Zwykle zawiera ona w swojej infrastrukturze rozproszone źródła energii (określane, jako źródła małej skali o mocy definiowanej w kilowatach, podłączone bezpośrednio do sieci dystrybucyjnej lub znajdujące się w pobliżu miejsca pobierania energii przez użytkownika końcowego). Generację energii z takich źródeł można podzielić ze względu na rodzaj źródła wytwarzania energii na dwie główne kategorie [Kłos, 2012]:

- wykorzystujące paliwa kopalniane (turbiny gazowe, olejowe),
- źródła, w których generacja mocy jest zależna od czynników zewnętrznych, np. turbiny wiatrowe czy panele fotowoltaiczne.

Niektóre z generatorów energii mogą być jednocześnie źródłami wytwarzającymi tzw. ogrzewanie użytkowe. Skojarzona gospodarka energetyczna oparta na jednoczesnym wytwarzaniu ciepła i energii elektrycznej nosi nazwę kogeneracji. Produkcja energii w tym przypadku jest zależna od zapotrzebowania na ciepło i wykorzystuje różne technologie, takie jak [Mielczarski, 2004]: turbiny gazowe i parowe, silniki spalinowe, ogniwa paliwowe, silniki parowe i inne.

Systemy kogeneracji, zwłaszcza w krajach o klimacie umiarkowanym i chłodnym, będą stanowić podstawowy element mikrosieci. Sprawność tego typu urządzeń może wynosić nawet 80–85% [PKEE, 2013].

---

[3] http://www.microgrids.eu

Każda z mikrosieci może mieć unikalną charakterystykę. Mikrosieci mogą pracować w dwóch podstawowych trybach [Hatziargyriou, 2009; Pamuła, Zieliński, 2009a, b]:

– w trybie synchronicznym, jako system podłączony do sieci głównej,
– w trybie wyspowym, niezależnie od sieci głównej (w tym przypadku odbiorca musi mieć świadomość, że część urządzeń może być odłączona lub nastąpią ograniczenia w zasilaniu, np. w przypadku awarii).

Praca systemu elektroenergetycznego w dużej mierze opiera się na systemach automatyki i systemach komputerowych zarządzania energią, zapewniających niezawodną pracę systemu [Phadke, Throp, 2009]. W dużych systemach są to systemy typu SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) – specjalizowane systemy zdalnego nadzoru i sterowania elementami sieci elektroenergetycznej, rejestrujące dane pomiarowe pochodzące z oddalonych względem siebie obiektów oraz pozwalające na ich pełną zdalną kontrolę. W ramach każdej mikrosieci System Zarządzania Energią (Energy Managment System – EMS) będzie unikalny ze względu posiadaną charakterystykę. System EMS dla mikrosieci jest oprogramowaniem, które pozwala nie tylko na alokację energii ze źródeł rozproszonych do miejsc jej wykorzystania w sposób ekonomiczny, ale także na przełączanie w tryb wyspowy lub synchroniczny w czasie rzeczywistym w zależności od statusu systemu i warunków operacyjnych.

System EMS do zarządzania mikrosiecią musi optymalnie planować i wykorzystywać rozproszone źródła energii na podstawie kosztów paliw, zapotrzebowania na energię i ciepło, a przede wszystkim dostosowywać się do wymagań klienta. Przy czym należy zauważyć, że popyt na energię i ciepło nie zawsze jest tożsamy w czasie, co jeszcze bardziej komplikuje algorytm (system) zarządzania.

Energia jest towarem o specyficznym charakterze, którego nie da się magazynować na szeroką skalę. Rozwój technologii, produkcja akumulatorów o wysokiej pojemności oraz wykorzystywanie źródeł rozproszonych pozwalają na stworzenie rozwiązania, w którym mikrosieci umożliwiają przechowywanie energii pobieranej z sieci głównej w czasie, gdy jest ona tania lub gdy jej produkcja z lokalnych źródeł jest nadmiarowa. Z kolei w okresach szczytowego zapotrzebowania mikrosieć może dostarczać sieci głównej energię z własnych źródeł.

Rozproszone systemy magazynowania energii są jednym z głównych elementów kontrolowanych przez EMS sterujący mikrosiecią, zgodnie z przyjętymi lokalnymi regulacjami. W trybie pracy wyspowej system taki odpowiada za utrzymanie własnej niezawodności i dostarczanie energii użytkownikom końcowym, a w trybie współpracy z siecią główną jest odpowiedzialny za magazynowanie taniej energii i utrzymywanie stabilnej mocy.

Regulowany popyt na energię (*controllable loads*) to część popytu, która może być sterowana i jest wrażliwa na programy zarządzania popytem. Odnosi

się nie tylko do indywidualnych gospodarstw domowych, ale i obiektów handlowych świadczących różnego typu usługi. Do zakresu kontroli zalicza się system technologii związanych z ładowaniem akumulatorów pojazdów elektrycznych i hybrydowych oraz system technologii V2G (Vehicle – to Grid) pozwalających na oddawanie energii z akumulatorów do sieci dystrybucyjnej.

Tabela 1.3. Elementy mikrosieci podlegające kontroli systemu EMS

Element	Przykład	Wykorzystanie w ISE
Rozproszone źródła generacji Urządzenia małej skali rzędu kilku kilowatów, podłączone bezpośrednio do sieci dystrybucyjnej	Mikroturbiny wiatrowe, systemy fotowoltaiczne, olejowe i gazowe generatory prądu, małe elektrownie wodne	Generacja energii i ciepła dla lokalnych użytkowników i wykorzystywanie wielu OZE
Rozproszone systemy magazynowania energii Miejsca i urządzenia magazynowania	Baterie, superkondensatory o wysokiej pojemności, koła zamachowe, akumulatory np. pojazdów elektrycznych i hybrydowych	Przechowywanie energii w czasie małego wykorzystania i wykorzystywanie jej w momentach szczytowego zapotrzebowania
Regulowany popyt na energię (obciążenia, które można kontrolować)	Ogrzewanie, klimatyzacja, ładowanie akumulatorów pojazdów elektrycznych i hybrydowych, urządzenia w budynkach mieszkalnych i handlowych	Dyspozycja energii w sposób minimalizujący zakłócenia w pracy głównej sieci, a jednocześnie spełniający maksymalnie wymagania klientów
Krytyczny popyt na energię, (obciążenia, które muszą być zapewnione)	Zasilanie szkół, szpitali	Traktowane jako podstawowa usługa zasilania bazowego, wymaga wsparcia zasilania w sytuacjach krytycznych
Punkt przyłączenia	Statyczne przełączniki	Przełączenie pomiędzy trybem wyspowym i przyłączonym do sieci głównej

Źródło: opracowanie na podstawie [Wencong, Jianhui, 2012].

W mikrosieciach zazwyczaj znajdują się elementy, które można sterować popytem, oraz elementy, dla których istnieje pewna bazowa, niezbędna do pracy moc (np. szpitale, gospodarstwo domowe, w przypadku gdy np. przebywa w nim osoba chora, podłączona do określonej aparatury). Gdy następuje odłączenie od sieci głównej lub awaria w systemie, może zdarzyć się sytuacja, w której nie wszystkie punkty sieci będą zasilane. Zadaniem systemu EMS jest zapewnienie zasilania dla punktów krytycznych nawet kosztem zmniejszenia lub nawet całkowitego zaprzestania zasilania punktów o regulowanym popycie na energię. Elementy, które mogą podlegać kontroli w mikrosieciach zawiera tabela 1.3.

Z punktu widzenia zarządzania systemem w mikrosieci można wyróżnić trzy poziomy [More Microgrids, 2006; Pamuła, Zieliński, 2009b]:

– sieci operatora systemu rozdzielczego (system zarządzania siecią w trybie rzeczywistym zbierający i agregujący dane i zarządzający wykonywaniem poleceń operacyjnych pomiędzy różnymi mikrosieciami a siecią dystrybucyjną) oraz operatora rynku energii (odpowiedzialnego za wymianę informacji pomiędzy mikrosiecią a rynkiem energii);

– centralnego kontrolera mikrosieci stanowiącego bramkę, czyli dwustronny kanał komunikacyjny pomiędzy mikrosiecią a rynkiem energii i dystrybucji, pozwalający na aktywny udział w tym rynku oraz umożliwiający sterowanie zarówno mikrosiecią, jak również przełączanie jej w tryb pracy wyspowej lub synchronicznej. Zadaniem tego systemu jest optymalne dysponowanie energią na podstawie sygnałów otrzymywanych z lokalnych kontrolerów rozproszonych źródeł energii, zgodnie z przyjętą funkcją (np. minimalizacji strat, minimalizacji kosztów czy maksymalizacji zysków) oraz przy uwzględnieniu warunków sieci, takich jak rodzaj zainstalowanych OZE czy techniczne ograniczenia urządzeń;

– lokalnego sterownika każdego z rozproszonych generatorów energii i/lub obciążenia.

Mikrosieć może posiadać architekturę scentralizowaną (radialną) lub zdecentralizowaną.

W przypadku architektury scentralizowanej informacje o zasilaniu pochodzą z wielu źródeł, a sterowaniem zajmuje się centralny kontroler mikrosieci, zbierający dane ze wszystkich komponentów i sterujący ich zachowaniem. Przykładem takiej architektury działania jest koncepcja opracowana w 2009 r. przez Electric Power Research Institute (EPRI)[4]. System zarządzania mikrosiecią musi być w tym przypadku narzędziem, które wymaga dużej mocy obliczeniowej i szybkiego systemu komunikacji.

W przypadku architektury zdecentralizowanej system kontroli jest rozproszony, a EMS tworzy pewną strukturę, w której komponenty są sterowane poprzez lokalne kontrolery, a nie przez centralny kontroler mikrosieci.

Architektura scentralizowana jest często powiązana z systemami SCADA, ponieważ operator systemu ma kontrolę nad całym systemem, optymalizując w szerokim zakresie jego działanie.

Przepływ informacji następuje pomiędzy sąsiednimi lokalnymi kontrolerami elementów mikrosieci, które wykorzystują narzędzia sztucznej inteligencji w celu podjęcia decyzji operacyjnych, bez oczekiwania na decyzję centralnego kontrolera. Wymiana informacji następuje jedynie pomiędzy sąsiednimi urządzeniami, wielkość transferu informacji jest znacznie mniejsza niż w sieciach centralnych, ale czas związany z negocjacjami prowadzonymi przez sąsiednie kontrolery może wydłużać pewne operacje. Kontroler centralny pełni nadal bar-

---

[4] http://www.epri.com

dzo istotną rolę – np. system EMS wymienia informacje z systemami sieci i rynku, systemami dystrybutora lub przejmuje sterowanie w przypadku awarii, przy czym mikrosieć może też funkcjonować w przypadku awarii centralnego kontrolera. Ze względu na większe znaczenie istoty działania lokalnych kontrolerów są one bardziej narażone na ataki fizyczne oraz przestępstwa komputerowe.

Przed systemami EMS dla mikrosieci stoi obecnie szereg wyzwań, które pozwolą na przejście ze starych systemów do systemów skalowalnej architektury mikroaplikacji. Do rekomendowanych cech nowego oprogramowania należą [Wencong, Jianhui, 2012]:

– otwarte protokoły komunikacji (nowa architektura przewiduje wykorzystanie dużej ilości aplikacji dostarczanych przez wielu różnych producentów;
– wybór architektury (scentralizowanej lub zdecentralizowanej) na podstawie oceny efektywności kosztowej i oceny wydajności zarządzania. Możliwe jest również rozwiązanie kompromisowe pomiędzy tymi dwoma podejściami, ponieważ nie są one wzajemnie wykluczające się i mogą zgodnie współpracować;
– opracowanie bramek komunikacyjnych dla świadczenia usług pomocniczych przez mikrosieci dla sieci dystrybucyjnej;
– zapewnienie niezawodności i bezpieczeństwa systemu oraz odporności na cyberataki (w tym m.in. wykrywanie włamań, firewall serwera, kontrolę dostępu i szyfrowanie danych – por. rozdz. 1.4);
– przejście z systemu gromadzenia danych do systemu sterowanego informacjami (system taki oprócz funkcji gromadzenia i archiwizacji danych musi nie tylko posiadać funkcje wykonywania poleceń, optymalizacji działań, ale także powinien posiadać interaktywny interfejs użytkownika, pozwalający na wykorzystanie w większym stopniu danych analitycznych niż źródłowych);
– wypracowanie odpowiednich standardów i protokołów [Pamuła, 2011].

System zarządzania dla lokalnej społeczności (grupy odbiorców mieszkających w sąsiedztwie na określonym obszarze geograficznym, którzy razem chcą zarządzać produkcją, zużyciem i transakcjami związanymi z energią) w układzie koncepcyjnym powinien zawierać ideę stosowania rozproszonych źródeł energii i koncepcję mikrosieci.

1.3.2. Bezpieczeństwo i ochrona danych w Inteligentnych Sieciach Elektroenergetycznych

W Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej bardzo ważne są kwestie bezpieczeństwa i zagrożeń cyberatakami. Liczba cyberataków kierowanych do sektora energetycznego gwałtownie rośnie [Baker i in., 2010]. Zapewnienie bezpieczeństwa jest jednym z podstawowych wyzwań, jakie stoi przed dostawcami na nowym rynku energii. Poziom bezpieczeństwa w sektorze nowej energetyki

musi wykraczać poza klasyczne, stosowane do tej pory w biurach i centrach danych, rozwiązania i obejmować technologie kontroli sieci, w tym takie technologie, jak: zabezpieczenie systemów typu SCADA i innych systemów czasu rzeczywistego, enkrypcję, ochronę i transmisję danych za pomocą technologii niezbędnych w zaawansowanej infrastrukturze pomiarowej (Advanced Metering Infrastructure – AMI) i rozwiązań informatycznych opartych na modelu chmury obliczeniowej.

Na ataki narażone są wszystkie elementy infrastruktury ISE. Funkcjonalność urządzeń i aplikacji ISE nie może być wdrażana bez zapewnienia odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa. Wszystkie strony biorące udział w rynku[5] energii (dystrybutorzy, agregatorzy) muszą zapewniać poufność przechowywania i przesyłania danych. Idea ISE oznacza nowe funkcjonalności i nowe rozwiązania biznesowe, ale jednocześnie stwarza nowe zagrożenia z punktu widzenia bezpieczeństwa, co może prowadzić do konfliktu: nowa funkcjonalność *versus* bezpieczeństwo. Nowe rozwiązania muszą zapewniać równowagę, tzn. system powinien funkcjonować w sposób poprawny, nie pozwalając na nadużycia i bezprawne wykorzystanie. Podstawą powinna być zasada, że użytkownik otrzymuje tylko takie uprawnienia, jakie są potrzebne do wykonania wymaganych funkcji czy operacji.

Praktycznie nie ma możliwości stworzenia w 100% całkowicie bezpiecznej aplikacji czy sieci i ISE nie będzie w tym zakresie wyjątkiem. Poufność, dostępność i integralność danych są to czynniki stanowiące podstawę bezpieczeństwa informacji i muszą być w ISE zaimplementowane w sposób satysfakcjonujący, tak aby ISE mogła faktycznie funkcjonować.

Tabela 1.4 zawiera podstawowe elementy mapowania zasad bezpieczeństwa w sieciach ISE.

Tabela 1.4. Zapewnienie bezpieczeństwa dla osiągania celów ISE

Cele ISE	**Sposób zapewniania bezpieczeństwa**
1	2
Niezawodność	System bezpieczeństwa musi być odpowiedzialny za zapobieganie atakom typu DoS (odmowa usługi) prowadzonych zarówno przez czynnik ludzki, jak i środowiskowy, minimalizując negatywne skutki tych ataków, a tym samym poprawiając niezawodność działania. Analiza danych w ISE pełni kluczową rolę, a zatem zapewnienie integralności, poprawności i dokładności przesyłanych danych ma znaczenie podstawowe. Podstawowym urządzeniem przesyłającym dane są liczniki. W celu walidacji danych konsumenta mogą być stosowane mechanizmy zabezpieczające takie jak haszowanie.

[5] Na rynku energii obowiązuje zasada Third Part Access – Zasada dostępu strony trzeciej.

Tabela 1.4 (cd.)

1	2
Przystępność cenowa	Koszt wprowadzenia rozwiązań nie może być zbyt wysoki. Obecnie przestępstwa związane z kradzieżą prądu są głównie związane z manipulacjami na licznikach. Inteligentne liczniki również będą celem podobnych działań, niemniej wprowadzenie inteligentnych liczników we Włoszech obniżyło kradzież prądu, co tym samym obniżyło koszty sprzedaży energii [PTPiREE, 2010]. Koszt wprowadzenia nowych urządzeń nie może być jednak zbyt wysoki dla odbiorcy, ale w celu zapewnienia bezpieczeństwa zastosowane muszą być odpowiednie mechanizmy kontroli dla integracji danych i wszystkich urządzeń w sieci.
Wprowadzenie OZE	Instalując OZE, klient może podjąć decyzje o sprzedaży energii. Odbiorca tej energii musi mieć pewność, że płaci za rzeczywiście przesłaną energię – przesłane dane muszą być rzetelne, nie fikcyjne. Niezbędne są odpowiednie mechanizmy kontroli dla integracji danych i urządzeń w sieci.
Redukcja emisji gazów cieplarnianych	Jednym ze sposobów redukcji jest ograniczenie zużycia energii. Konsumenci będą otrzymywać na bieżąco dane na temat własnej konsumpcji, co może zachęcić ich do zmiany przyzwyczajeń w korzystaniu z energii. Zgodnie z zasadami ochrony prywatności wszystkie dane na temat klienta, jego urządzeń, profilu powinny być zapewnione przy zastosowaniu odpowiednich narzędzi kontroli i szyfrowanie.

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Flick, Morehouse, 2011].

Nowoczesne technologie informatyczno-komunikacyjne stanowią nie tylko udogodnienia w życiu konsumentów, ale też zagrożenia. Korzystanie z komputerów czy telefonów komórkowych jest już codziennością. Powszechne także jest zagrożenie związane z tymi technologiami. Energia jest dobrem podstawowym, bez którego większość konsumentów nie jest w stanie funkcjonować. Odbiorcy energii będą nadal w dużym stopniu uzależnieni od sieci elektrycznej i dostawców energii we wszystkich aspektach codziennego życia związanego z korzystaniem z urządzeń zasilanych prądem. Zmiany na rynku energii spowodują, że konsumenci będą narażeni na nowe zagrożenia, np. w postaci ataków hakerskich [Yang i in., 2011]. Aby zapobiegać i minimalizować ich skutki oraz chronić dane, odbiorcy będą liczyć na dostawców i organy prawne. Istotne jest, aby posiadali oni świadomość istniejących zagrożeń i starali się sami wykorzystywać dobre praktyki, np. stosując silne hasła dostępu do systemu.

Innym istotnym typem zagrożenia dla odbiorcy są przerwy w zasilaniu. Zagrożenia związane z przerwami zasilania w systemie elektroenergetycznym można podzielić na kilka kategorii [Flick, Morehouse, 2011]:

1) Zagrożenia związane z pogodą i innymi czynnikami naturalnymi – silne wiatry, opady, oblodzenie to czynniki, które mogą prowadzić do uszkodzenia linii doprowadzających energię do budynków mieszkańców.

2) Zagrożenia związane z atakami na zaawansowaną infrastrukturę i urządzenia zainstalowane w ISD:

a) śledzenie zachowania i stylu życia poprzez szczegółową analizę danych o zwyczajach konsumenta np. na portalach, gdzie klienci mogą monitorować swoje zużycie lub porównywać je z innymi (udostępnianymi przez dostawców lub na innych portalach);

b) ataki hakerskie, których motywacja jest podobna do ataków na inne systemy, a są to m.in.:

– wyzwania intelektualne – nie wszystkie ataki mają znamiona postępowania destrukcyjnego, mogą być powodowane ciekawością czy chęcią sprawdzenia swoich umiejętności. Urządzenia infrastruktury opomiarowania i sprzęty gospodarstwa domowego staną się elementami struktury ISD. Prosty sposób dostępu do nich może spowodować wykorzystanie tej drogi jako furtki do ataku na inne urządzenia ISE;

– testowanie systemu bezpieczeństwa – testy i próby bezpieczeństwa prowadzone przez organizacje powołane do zapewnienia bezpieczeństwa oraz firmy dostarczające oprogramowanie zabezpieczające powinny być prowadzone zgodnie z zasadą niewywoływania negatywnych skutków;

– motywy ambicjonalne, chęć osiągnięcia zysków finansowych i poczucie władzy – wprowadzenie oprogramowania, tzw. destrukcyjnego (*malware*), w postaci wirusów, robaków internetowych, koni trojańskich, programów śledzących typu *spyware* lub botów w celu zniszczenia lub przejęcia danych. W przypadku ISE istotna jest kategoria określona jako *ransomware*. Jest to oprogramowanie, które zatrzymuje prace systemu lub baz danych, wykorzystywane jest w celu wymuszenia okupu na właścicielach lub użytkownikach. Przystosowanie tego typu wirusów do przejęcia kontroli nad urządzeniami, np. inteligentnym licznikiem, może zablokować dostęp użytkownika do zasilania energią;

– motywy psychologiczne (osobowościowe), takie jak: chęć zemsty, kłótnie sąsiedzkie, zazdrość itp. – mogą prowadzić do wyłączenia lub przejmowania urządzeń kontroli inteligentnych liczników;

– terroryzm – atakując sieć elektroenergetyczną, terroryści mogą mieć wpływ na bardzo wielu użytkowników. Zagrożenie to dotyczy zarówno fizycznego uszkodzenia sieci, jak i systemów zarządzania.

Wielu konsumentów energii nie będzie sobie zdawało sprawy z tego, jakie dane są zbierane i gromadzone w systemie inteligentnego opomiarowania oraz udostępniane innym firmom, jakie mogą stanowić zagrożenie dla ich prywatności i w jaki sposób można je wykorzystać. Wykorzystanie danych osobowych w celach innych niż były one zbierane wymaga specjalnej uwagi z punktu wi-

dzenia ochrony danych osobowych, jako że może zaistnieć ryzyko przejmowania pakietów danych o odbiorcy i jego urządzeniach [Cavoukian i in., 2010]. Zagrożeniem dla odbiorcy jest nie tylko nielegalne przejęcie danych, ale też udostępnianie ich innym zainteresowanym firmom, np. w celu wyznaczania grup docelowych dla reklam. Podobnie rzecz się ma z wykorzystywaniem sieci i portali społecznościowych do udostępniania klientom możliwości monitorowania danych o zużyciu energii. Jest to wygodne rozwiązanie z punktu widzenia marketingowego, ale niestety ryzykowne z punktu widzenia bezpieczeństwa tych danych, jako że pomimo stosowania programów zabezpieczeń, zanotowano przypadki ich skutecznego przełamania.

Każde z potencjalnych zagrożeń może mieć dla klienta-użytkownika energii negatywny skutek finansowy. Przekłamanie danych z infrastruktury inteligentnego opomiarowania spowoduje wzrost wysokości rachunków klientów, mimo że dla niektórych z nich może to być wzrost niezauważalny.

Większość elementów zapewniających bezpieczeństwo leży po stronie dostawców energii oraz odpowiednich przepisów prawnych. Niemniej jednak także odbiorcy będą odpowiedzialni za postępowanie zgodnie z zasadami wytyczonymi przez dostawcę, ustalanie silnych haseł dostępowych czy nieudostępnianie danych do kont. Tabela 1.5 prezentuje potencjalne rezultaty ataków na Inteligentne Sieci Elektroenergetyczne.

Ataki, których celem będą odbiorcy energii, mogą ulec nasileniu w momencie większego udziału na rynku usług firm trzecich, kiedy odbiorcy będą mogli zdalnie zarządzać urządzeniami poprzez swoją sieć domową ISD. Istotne jest więc stworzenie równowagi pomiędzy korzyściami wynikającymi z rozszerzonych możliwości komunikacyjnych z jednej strony a zachowaniem prywatności odbiorców z drugiej.

Tabela 1.5. Zagrożenia ataków na Inteligentne Sieci Elektroenergetyczne

Zagrożenie	**Cel i typ ataku**	**Rezultat**
1	2	3
Kradzież danych osobowych. Włamanie do bazy poprzez stronę internetową umożliwiającą dostęp do zarządzania kontem i płatnościami.	Bazy danych najczęściej w postaci SQL. Atak SQL pozwala na manipulację bezpośrednio w bazie danych.	Przejęcie danych osobowych klientów, takich jak nazwisko, adres, numery dokumentów, numery kont, kart kredytowych. Sprzedaż tych danych.
Przejęcie i fałszowanie danych o konsumpcji energii. Pozbawienie konsumentów praw.	Zmiana danych profilu użytkowania energii w celu ukrycia bądź ukazania obecności użytkownika w określonym miejscu i czasie.	Dostawca energii jest zobowiązany na życzenie odpowiednich organów państwowych do dostarczenia profili konsumpcji w określonych okresach.

1	2	3
Naruszenie praw własności do informacji nie tylko danych osobowych klientów, ale też danych i umów handlowych, strategii itd.	Włamanie do zasobów organizacji zwykle poprzez programy, np. przeglądarki internetowe z brakiem aktualizacji używane przez pracowników dostawcy.	Przejęcie danych z systemu. Instalacja wrogiego oprogramowania. Ujawnienie danych handlowych, planów strategicznych.
Opracowanie metody dostępu do urządzeń pomiarowych i publikacja tych informacji w Internecie. Masowe oszustwa zawiązane z przesyłaniem nieprawidłowych danych o zużyciu energii.	Urządzenia infrastruktury pomiarowej – instalacja nielegalnych programów pobranych z Internetu pozwalających na przesłanie zaniżonych danych o zużyciu energii.	Masowe zaniżanie rachunków. Masowe zawyżanie ilości energii oddawanej do sieci. Straty finansowe dostawcy. Obciążanie kosztami innych klientów.
Opracowanie metod dostępu do urządzeń i sensorów odpowiedzialnych za sterowanie siecią, np. związane z przekierowaniem energii, wyłączeniem fragmentu sieci czy odtworzeniem po zaniku zasilania.	Urządzenia sieciowe. Jeśli dane przesyłane z sensorów urządzeń pomiarowych do dostawcy będą w postaci niezaszyfrowanej, mogą stać się łatwym celem manipulacji.	Przesyłanie fikcyjnych danych np. o braku zasilania. Koszty związane z obsługą nieistniejących awarii. Obciążanie kosztami innych klientów.
Przejęcie haseł do urządzeń domowych przez osoby znajome.	Przejęcie hasła np. do bezprzewodowej sieci domowej, chęć uprzykrzenia życia, zabawa.	Zmiana haseł. Utrudnienie w zarządzaniu zużyciem energii. Odcięcie zasilania.
Nieuprawniony dostęp do danych przez zwolnionego pracownika.	Wykorzystanie haseł i znanych metod dostępu do systemu w celu manipulacji danych byłego pracodawcy.	Zamknięcie konta. Manipulacja danymi.
Przejęcie haseł do kont przez hakerów i osoby obce.	Instalacja oprogramowania skanującego hasła i konta, dostęp przez strony internetowe, e-maile z załącznikami zawierającymi szkodliwe kody.	Manipulacja danymi konta. Zmiana profilu zużycia energii.

Źródło: [Flick, Morehouse, 2011].

Elementem komunikacji w Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej jest przetwarzanie, gromadzenie i przesyłanie danych osobowych, w tym tzw. danych wrażliwych. Z punktu widzenia bezpieczeństwa ważne jest określenie, które dane, w jakich odstępach czasu oraz w jaki sposób będą przesyłane do dostawcy i firm TPA, a także, które z nich będą uznawane jako obowiązkowe, a które dobrowolne i przetwarzane za zgodą użytkownika. Odbiorca musi mieć pełną informację o tym, kto i w jaki sposób przetwarza dane z nim związane.

Wszystkie dane powinny być odpowiednio sklasyfikowane według określonego systemu, np. jako poufne, zastrzeżone, do użytku wewnątrz organizacji, publiczne itp., mimo że klasyfikacja ich nie jest taka prosta. Ogólnie znana jest

zasada, że dane dotyczące kart kredytowych są danymi wrażliwymi i powinny mieć status poufny. W przypadku konsumpcji energii przez odbiorcę należy przeprowadzić proces oceny ryzyka, które dane i w jaki sposób agregowane mogą stanowić potencjalne źródło zainteresowania hakerów. W przypadku gdy odbiorcy będą korzystać z usług TPA, staną się użytkownikami tych samych programów, aplikacji oraz baz danych. Fizyczna separacja danych odbiorców praktycznie nie jest możliwa, ale możliwy jest proces logicznej i wirtualnej segmentacji [Flick, Morehouse, 2011].

Obecnie proponuje się szereg rozwiązań w zakresie zwiększenia bezpieczeństwa, które dla potrzeb niniejszej pracy nie będą dokładnie rozważane, a jedynie zasygnalizowane.

Jednym z podstawowych rozwiązań jest określenie wymaganego certyfikatu bezpieczeństwa. Prace nad budowaniem profili bezpieczeństwa są podstawą rozwoju ISE. W USA NIST zdefiniowało specyfikację o nazwie NIST 7628 jako standard zabezpieczenia w ISE. W Unii Europejskiej opublikowano dyrektywę M/490 z obowiązującym standardem M/441. Prace nad standardami w Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej są prowadzone w wielu instytucjach regulacyjnych.

Cykl życia urządzeń w sieci określa się na około 15 lat. Zapewnienie bezpieczeństwa wbudowanych programów, przy dużej różnorodności modeli urządzeń, jest bardzo trudne dla tak długiego okresu, zwłaszcza przy przyjęciu rozwiązania masowego wdrażania gotowych do instalacji komercyjnych rozwiązań. Do takich urządzeń należą: inteligentne liczniki, panele sterujące czy bramki do sieci domowej. Utrzymanie takiej infrastruktury z pewnością będzie kosztowne. Wymiana liczników z powodu wykrycia luk w zakresie bezpieczeństwa byłaby bardzo droga, a i tak z powodu czasu wymiany część z nich musiałaby pozostać w sieci do czasu wymiany i być narażona na ataki. Niepewność związana z potencjalnym zagrożeniem może zostać zminimalizowana poprzez zastosowanie architektury z elementami odpornej na przyszłe nieznane jeszcze ataki (*future proofing*). Tego typu rozwiązania są już dostępne jako komercyjne oferty rynkowe. Proponowane rozwiązania zakładają wyspecyfikowanie funkcji wymagających wysokiego poziomu zabezpieczeń, które łatwiej można certyfikować. W rozwiązaniu [BSI, 2013] przyjęto, że wszystkie strony posiadające uprawnienia dostępu do danych, niezależnie od przyznanych im praw dostępu, będą pozyskiwały dane poprzez bramę łączącą sieć domową klienta z siecią zewnętrzną WAN i miejską MAN oraz będącą miejscem przechowywania danych. Brama będzie zawierała tzw. moduł bezpieczeństwa z dedykowanym profilem bezpieczeństwa, który będzie odpowiadał również typowym zabezpieczeniom dla inteligentnych kart, w tym przeciwko uszkodzeniom fizycznym [BSI, 2013]. Rozwiązanie to zakłada, że w przypadku potencjalnego ataku na bramy poprzez atak komunikacji zewnętrznej, hacker (atakujący) nigdy nie może mieć dostępu do

kluczy identyfikujących. Bezpieczeństwo i ochrona kluczy ma najwyższy priorytet, a moduł bezpieczeństwa jest odpowiedzialny za przechowywanie kluczy i przeprowadzenie procesu autoryzacji dostępu. Należy jednocześnie zwrócić uwagę na potencjalne ataki wewnętrzne, np. masowe kradzieże kluczy w procesie produkcji i podczas transportu.

Rozdzielenie tworzenia systemu bezpieczeństwa od tworzenia systemów pomiarowych znacznie zmniejsza ryzyko zagrożenia. Koszt tworzenia systemu bezpieczeństwa dla grupy tworzącej systemy pomiarowe jest zredukowany, twórcy aplikacji dla urządzeń pomiarowych mogą się koncentrować na implementacji odpowiednich funkcjonalności urządzeń, a nie na elementach bezpieczeństwa.

Rolę bram pomiędzy HAN i WAN mogą również pełnić inteligentne liczniki po rozszerzeniu funkcjonalności o funkcje mediacji pomiędzy urządzeniami domowymi a dostawcą energii i dostawcami innych usług [Naruchitparames i in., 2011].

Obecnie uważa się, że akredytacja urządzeń pomiarowych do najwyższego stopnia bezpieczeństwa nie będzie opłacalna ekonomicznie, ale jest osiągalna technologicznie.

Bezpieczeństwo ISE nie leży tylko po stronie dystrybutorów energii chcących chronić swoje inwestycje ani po stronie rządów oferujących usługi społeczeństwa informacyjnego. To kombinacja wielu czynników. Ochrona infrastruktury sieci nie może być pozostawiona tylko w gestii odpowiedzialności graczy rynkowych. Straty wywołane atakiem hakerskim na sieć elektroenergetyczną mogą doprowadzić do negatywnych skutków dla konsumentów i systemu ekonomicznego, stąd tak istotne jest stosowanie technologii bezpieczeństwa gwarantujących nie tylko aktualne, ale i przyszłe bezpieczeństwo oraz prowadzenie odpowiednich kampanii informacyjnych i edukacyjnych odbiorców.

1.4. Społeczna akceptacja rozwoju Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych

Wprowadzanie nowych technologii i zastosowanie w praktyce wizji rozwoju Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych to nie tylko zaprojektowanie nowych urządzeń, ale także wprowadzenie ich na rynek i akceptacja przez klientów. Wymaga to stworzenia odpowiednich procedur, infrastruktury, przygotowania użytkowników do odbioru tych technologii. W przypadku wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych znaczenie ma nie tylko samo tworzenie nowych efektywnych rozwiązań technicznych, ale wzajemne oddziaływanie oraz konfiguracja technologii i jej odbioru społecznego w kontekstach lokalnych wpływających na ekonomikę i szersze spojrzenie społeczne. Technologie pozyskiwania energii z odnawialnych źródeł energii rozwijają się w różnych kierunkach, a ich

społeczna akceptacja nie jest jednakowa. Kluczowa dla zrozumienia dynamiki społeczno-technicznej jest koncentracja na relacjach pomiędzy wprowadzanymi obiektami a otaczającymi je podmiotami, takimi jak użytkownicy, konsumenci czy klienci. Twórcy nowych technologii i systemów zwykle określają użytkowników i przypisują im pewne role oraz definiują przestrzenie, w których mogą być one wykonywane. Z kolei podmioty mogą określać własne role i alternatywne znaczenia dla obiektów systemów i technologii, o ile obiekty te posiadają pewną elastyczność interpretacyjną. Analiza modeli wdrażania nowych technologii powinna zawierać: [Walker, Cass, 2007]:

– zrozumienie relacji społeczno-technicznych oraz rozpoznanie interaktywnych ról wielu podmiotów na różnych poziomach aktywności [Elzen, Wieczorek, 2005],

– określenie czynników strukturalnych i dystrybucji władzy oraz agencji promujących rozwój [Klein, Kleinmann, 2002],

– określenie praktyk życia codziennego, do których odnosi się wprowadzana technologia.

Dla technologii infrastrukturalnych, takich jak transport, energetyka czy wodociągi, tego typu analizy mogą określać sposób i jakość świadczonych usług, ewolucję procesu świadczenia usług, wykrywać zapotrzebowanie na pewne dodatkowe, do tej pory ukryte, usługi.

Trendy zmian w systemach zagospodarowania przestrzeni miejskich otworzyły możliwości szerszego stosowania ekologicznych rozwiązań, w tym nowych metod interakcji pomiędzy dostawcą a odbiorcą energii.

Specyficzne cechy związane z rozproszonymi i odnawialnymi źródłami energii są częścią rozważań na temat innowacyjnych rozwiązań zrównoważonych społeczno-technicznych konfiguracji. Istotną rolę pełni w nich analiza nowych relacji dostawca energii a nowy klient-producent określany mianem prosumenta (por. rozdz. 3).

Wykorzystywanie i akceptacja OZE w strukturze społecznej są zależne od interakcji pomiędzy podmiotami a instytucjami, są także uwarunkowane czterema głównymi czynnikami [Walker, Cass, 2007]:

1) oferowanymi funkcjami i usługami, w tym określeniem:

a) celu – w jakim celu wykorzystywana jest generowana energia (podniesienia komfortu, ogrzewania, mobilności itp.);

b) adresatów – kto korzysta z tych usług;

c) miejsca świadczenia usługi – jaka jest odległość pomiędzy miejscem wytwarzania a konsumpcją energii;

2) formą własności, w tym określeniem:

a) tytułu własności – kto jest właścicielem technologii;

b) formy własności – jak system własności jest zorganizowany (własność prywatna, publiczna, kolektywna) i na jaką skalę (lokalną, narodową, międzynarodową);

c) beneficjentów – kto i w jaki sposób otrzymuje zyski z tytułu własności;

3) zarządzaniem i eksploatacją, w tym określeniem:

a) sposobu zarządzania – kto i w jaki sposób zarządza zainstalowaną infrastrukturą i w jaki sposób system ten jest zorganizowany (prywatny, publiczny, kolektywny, lokalny, zdalny);

b) pomiaru zarządzania – do jakiego poziomu zarządzanie jest regulowane przez określone mechanizmy i zasady;

4) infrastrukturą i siecią elektroenergetyczną, w tym:

a) powiązanie generacji energii z odnawialnych źródeł z siecią – czy produkowana energia zasila sieć elektroenergetyczną lub ciepłowniczą czy też pozostaje źródłem lokalnym;

b) skala powiązania – jeśli energia z lokalnych źródeł zasila sieć, to na jaką skalę (lokalną, regionalną, krajową);

c) sposób zasilania sieci – kto lub co zasila sieć i w jaki sposób (lokalnie, na odległość, poprzez rynek regulowany, powszechnie).

Czynniki te pozwalają na tworzenie różnych konfiguracji zależności społeczno-technologicznych. Niektóre z nich mogą mieć znaczenie marginalne, a niektóre pełnić bardzo istotną rolę.

Sprzętowe rozwiązania urządzeń generujących energię ze źródeł odnawialnych mogą być stosowane w różnej skali, a przyjęta skala implementacji ma wpływ na środowisko, rodzaj oraz jakość relacji z innymi systemami infrastruktury, poziom mobilności i relacje ze społecznym odbiorem. Przykład skali implementacji różnych typów OZE prezentuje tabela 1.6.

Tabela 1.6. Skale implementacji różnych typów OZE

Typ OZE	**Skala implementacji i przykładowe formy występowania**				**Rodzaj wytwarzanej energii**
	duża	**średnie**	**mikro**	**pico**	
1	2	3	4	5	6
Wiatrowa	farmy wiatrowe	indywidualne, jednostkowe turbiny	turbiny dachowe	turbiny wiatrowe instalowane na łodziach	elektryczna
Biomasa	spalarnie biomasy	systemy ogrzewania osiedli	domowe piece grzewcze	kuchenki opalane drewnem	elektryczna i/lub cieplna
Fotoogniwa słoneczne PV	farmy solarne	konstrukcje obudowy domów	panele dachowe	lampy ogrodowe	elektryczna
Panele solarne	piec solarny	pasywne budynki	panele dachowe, basenowe	małe kuchenki	cieplna

Tabela 1.6 (cd.)

1	2	3	4	5	6
Elektrownie wodne	szczytowo-pompowe ze zbiornikami wodnymi	hydroelektrownie	hydroelektrownie	w małych potokach	elektryczna
Pompy cieplne		system ogrzewania budynku	system ogrzewania domu		cieplna

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Walker, Cass, 2007].

Na podstawie badań sposobów wprowadzania technologii produkcji energii ze źródeł odnawialnych można wyróżnić wiele trybów implementacji technologii i relacji społecznych, np. w Wielkiej Brytanii wyróżniono pięć następujących modeli wspierających ten sposób generacji energii [Walker, Cass, 2007]:

– **Przedsiębiorstwo użyteczności publicznej** – model, w którym przedsiębiorstwo użyteczności publicznej jest jedynym dostawcą energii z OZE (do 2000 r., głównie z dużych hydroelektrowni). Wprowadzane projekty pilotażowe finansowane są z funduszy rządowych. Hydroelektrownie są eksploatowane i zarządzane przez instytucje sektora publicznego zgodnie z przyjętymi zasadami, energia, bez wydzielenia na „zieloną", zasila sieć krajową.

– **Prywatny dostawca** – model powstały po prywatyzacji przedsiębiorstw energetycznych. Liberalizacja otworzyła nowym podmiotom możliwości produkcji energii z dywersyfikacją OZE, przy jednoczesnym wsparciu finansowym dla technologii tworzenia produkcji energii w pobliżu miejsc jej konsumpcji. Powstały liczne farmy wiatrowe, instalacje pozyskujące energię ze spalania odpadów oraz hydroelektrownie. Poszerzył się krąg organizacji i partnerów biorących udział w wytwarzaniu i dostarczaniu energii, a model finansowania prywatnego kapitału z zysków dla akcjonariuszy jest dokładnie ustandaryzowany. Energia zasilała sieć krajową poprzez zliberalizowany, ale regulowany rynek. Produkowana „zielona" energia była wydzielana z oddzielną taryfą, dając odbiorcom możliwość zakupu części energii z OZE.

– **Wspólnota (społeczność)** – pozwala na zastosowanie mniejszej skali rozwiązań, najczęściej w obszarze lokalnym i na większą akceptację nowych rozwiązań przez społeczności i środowiska. Rozwiązanie wprowadzone po roku 2000, głównie ze względu na zwiększenie udziału lokalnych podmiotów. Uruchomiono około 500 dofinansowywanych projektów, głównie w obszarach wiejskich, tworząc rozwiązania w skali średniej i mikro w różnych konfiguracjach. Niektóre instalacje wytwarzają energię jedynie na potrzeby lokalne, np. pojedynczego budynku lub grupy budynków, nadwyżki energii dostarczając do sieci krajowej. Rodzaje własności również są różne, od własności spółdzielczej do współwłasności z podmiotami władz lokalnych. Aczkolwiek pojęcie wspólnoty

nie było precyzyjnie określone. Projekty te stanowiły podstawę procesu tworzenia rozwiązań lokalnych i zbiorowych dających lokalne zyski.

– **Gospodarstwo domowe** – model obecny w pewnej formie od zawsze, np. w postaci spalania odpadów dla celów gotowania lub ogrzewania. Rozwiązania w skali mikro powstawały intensywnie po wypromowaniu technologii podgrzewania wody. Mikroinstalacje do wytwarzania energii elektrycznej rozpoczęły się od małych eksperymentów finansowanych, głównie przez autorów projektów. Obecnie istnieją programy finansowania dla różnych typów technologii, w tym programy zakładające osobistą odpowiedzialność każdego mieszkańca za wpływ na środowisko i zmiany klimatu oraz programy niezależności od przedsiębiorstw energetycznych. Zwiększyła się dostępność infrastruktury dzięki ofertom dużych marketów budowlanych i ofertom wsparcia finansowego dla budownictwa niskoemisyjnego. Zastosowanie w tym trybie technologii OZE jest *stricte* lokalne, ale modele własności wykorzystania i zarządzania mogą być różne np.:

- samodzielne finansowanie, własność i kontrola,
- własność finansowana i kontrolowana przez spółkę użyteczności i eksploatowana zgodnie z jej potrzebami – gospodarz zapewnia miejsce dla technologii lub działa jako host,
- wspólnota mikrosieci, w której gospodarstwo domowe ma udział w puli OZE zasilającej w energię sieć lokalną.

– **Biznesowy** – system rozwiązań produkcji energii na potrzeby własne i do sieci, zróżnicowany zarówno w skali modelu, jak i w sektorach. Rządowe wparcie skutkuje tworzeniem różnych konfiguracji (technologii, własności, zarządzania) rozwiązań w skali dużej i średniej. Wzrost liczby instalacji w tym trybie jest powodowany częściowo wpływem kampanii ekoefektywności, społecznej odpowiedzialności biznesu oraz pozycjonowania na rynku w odniesieniu do redukcji emisji dwutlenku węgla.

Należy zauważyć, że społeczeństwo (klienci, odbiorcy, konsumenci), któremu nowe rozwiązania są dedykowane, również nie stanowi jednolitego systemu. Jest to zbiór zróżnicowanych grup osób o różnych interesach, wchodzących w różne relacje oraz tworzących nowe formy relacji między człowiekiem a technologią, pozwalający na budowanie nowych znaczeń i tożsamości. Biorąc pod uwagę modele wdrażania technologii OZE, członkowie społeczeństwa mogą pełnić w nim różne role w zależności od przestrzennego usytuowania, stopnia świadomości i sposobu zaangażowania [Walker, Cass, 2007]. Wraz z rozwojem technologii generacji energii role te ulegają zmianom. Pasywny konsument zmienia się w aktywnego dzięki inwestycjom związanym z budowaniem elektrowni produkujących prąd ze źródeł odnawialnych, instalacji lokalnego generatora energii, który pozwoli mu stać się prosumentem, lub przynajmniej bardziej aktywnym konsumentem (np. poprzez wybór taryf „zielonej" energii). Społeczność w przypadku produkowania energii ze źródeł odnawialnych jest rozumiana

jako grupa osób działających we wspólnym interesie. Inwestując w spółki produkujące energię z OZE lub kupujące energię w „zielonej" taryfie, członkowie społeczności angażują się w te technologie zarówno w sensie materialnym, jak i abstrakcyjnym, zwykle przestrzennie oddalonym, w przypadku udziału w projektach lokalnych kontakt ten jest bezpośredni. Pełnienie jednej z ról nie wyklucza pełnienia innej, z pozoru przeciwstawnej, np. osoba może być przeciwko budowie wielkiej farmy wiatrowej budowanej przez dużą korporację, a jednocześnie aktywnie popiera rozwój OZE poprzez zakup „zielonej" energii lub zainstalowanie małego źródła we własnym domu oraz zarządza zużyciem energii, biorąc udział w oferowanych programach.

Mnogość ról, jakie jednostki mogą pełnić indywidualnie lub w grupach, implikuje powstanie wielu pytań:

– Jak chętnie, indywidualnie lub zbiorowo, ludzie będą korzystali z dostępnych form technologii generacji energii ze źródeł odnawialnych?
– Jak ta sama inwestycja wpłynie na różne grupy społeczne (właścicieli, inwestorów, odbiorców, beneficjentów itp.)?
– Jak chętnie członkowie grup przyjmą nowe rozwiązania w zakresie zarządzania zużyciem energii?
– W jaki sposób role pełnione w poszczególnych grupach mogą się zazębiać i jak wpływa to na podejmowane przez jednostkę i grupę decyzje?
– Czy istnieje, a jeśli tak, to jaki ma wpływ na podejmowane decyzje edukacja związana z rozwojem Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych, technologiami produkcji energii ze źródeł energii, nowymi programami zarządzania energią?
– Którzy członkowie społeczności są chętni do podejmowania określonych ról i w jakich okolicznościach?
– Kto może być objęty programem, a kto wykluczony z roli, projektu lub formy zaangażowania?

Obecnie dostęp do energii i ceny (taryf) nie są jednakowe dla wszystkich uczestników rynku energii (np. polski odbiorca gospodarstwa domowego nie ma w tej chwili dostępu do rynku energii, a taryfy są regulowane). Można spodziewać się, że podobnie się stanie z dostępem do korzyści, jakie daje Inteligentna Sieć Elektroenergetyczna z licznie zainstalowanymi generatorami energii ze źródeł odnawialnych. Należy jednak oczekiwać, że role (por. tab. 1.7) i świadomość uczestników nowego rynku energii będą się zmieniać.

W dziedzinie badań innowacyjnych, do których należą badania związane z rozwojem ISE, duże znaczenie dla zrównoważonego rozwoju ma zarządzanie społeczno-technicznymi zmianami. Jedną z koncepcji wykorzystywanych do zrozumienia i określenia procesu dynamicznych przemian społeczno-technicznych jest teoria wielopoziomowej perspektywy (Multi Level Perspective – MLP), która powstała na podstawie analizy wielu studiów przypadków z zakresu takich dziedzin, jak: energetyka, zdrowie, mobilność, rolnictwo, kultura masowa itd. [Geels, 2011].

Tabela 1.7. Rola odbiorcy energii z technologii OZE

Rola	**Opis**	**Odległość od technologii OZE**	**Poziom świadomości i zaangażowania**
1	2	3	4
Pasywny przymusowy odbiorca	Opłata rachunków przysyłanych przez dostawcę.	Użytkownik końcowy. Odbiór energii z OZE poprzez sieć krajową.	Nieświadoma konsumpcja energii z OZE.
Aktywny odbiorca	Wybór dostawcy i taryf na energię OZE.	Użytkownik końcowy. Odbiór energii z OZE poprzez sieć krajową.	Świadomy wybór energii z OZE.
Odbiorcy usług	Wykorzystanie usług, korzystających z energii OZE, np. oświetlenia w budynku czy ogrzewania.	W zależności od sposobu wdrażania systemu, w pełnej odległości lub bezpośrednio.	Zależnie od sposobu implementacji może być całkowicie niewidoczny dla użytkownika lub odwrotnie, może głównie zależeć od odbiorców biorących udział w programach pilotażowych.
Inwestorzy finansowi	Inwestycja w akcje konkretnych projektów lub spółek zaangażowanych w OZE.	Inwestycje ograniczone dla społeczności lokalnych lub globalne.	Inwestycje bezpośrednio lub za pośrednictwem zwykle oznaczają pewien poziom znajomości tematyki OZE.
Lokalni beneficjenci	Otrzymywanie określonych, negocjowanych formalnie świadczeń związanych z usługami energetycznymi, np. świadczeń infrastrukturalnych, edukacyjnych czy finansowych.	Bezpośrednie lub związane z lokalną społecznością.	W zależności od sposobu implementacji znane dla użytkownika lub ukryte.
Oponenci	Aktywne sprzeciwianie się projektom OZE poprzez organizowanie protestów, pisanie petycji, blokady itp.	Zwykle powiązane z lokalnymi inwestycjami.	Wysoki poziom świadomości i zaangażowania.
Zwolennicy (poplecznicy)	Akcje wspierające działania związane z korzystaniem energii z OZE.	Zwykle powiązane z lokalnymi inwestycjami. Grupy poparcia mogą być przestrzennie rozproszone.	Wysoki poziom świadomości i zaangażowania.
Uczestnicy projektów	Zaangażowanie w lokalne inwestycje. Członkostwo w grupach, udział w spotkaniach, wykonywanie instalacji.	Lokalne, do poziomu gospodarstwa domowego.	Zależna od poziomu członków, może przybierać różne formy.

Tabela 1.7 (cd.)

1	2	3	4
Zarządcy	Właściciele budynków lub działek, ale nie technologii.	Lokalne, powiązane z zainstalowaną technologią.	Potencjalnie wysokie, zwłaszcza podczas projektu, może ulegać zmianie, np. przy zmianie właściciela.
Wytwórcy energii	Bezpośrednie wytwarzanie energii z posiadanego OZE.	Bezpośrednio w pobliżu OZE.	Wysoka świadomość i zaangażowanie, chyba że OZE zostało zakupione wraz z nabywaną własnością.

Źródło: [Walker, Cass, 2007].

Równolegle do procesu tworzenia modelu MLP, bazując na jego idei, powstawały modele konceptualizacji zarządzania, w których publiczne i prywatne podmioty razem dążą do rozwiązania problemów społecznych, zwłaszcza w zakresie przejścia do gospodarki zrównoważonego rozwoju [Schilpzand i in., 2010]. Wśród nich Strategiczne Zarządzanie Niszą (Strategic Niche Management – SNM), którego autorami są Geels i Raven [Geels, Raven, 2006]. Model ten proponuje eksperymentowanie z nowymi technologiami w obrębie nisz w celu ukształtowania i wytworzenia innowacji społecznie pożądanych. Teoria Strategic Niche Management jest niezależna od określonego celu społecznego, ale większość empirycznej podstawy opiera się jednak na badaniach dotyczących zmian w zakresie zrównoważonego rozwoju. Strategic Niche Management może być również wykorzystywana do wspierania rozwoju innych pożądanych zmian zachowań społecznych. Rewolucyjne (radykalne) rozwiązania zwykle osiągają poziomy dojrzałości w niszach. Niezbędne są w tym celu odpowiednie programy wsparcia instytucji rządowych, odpowiednie sterowanie popytem na nowe technologie w fazie początkowej i potencjalne stworzenie możliwości powstania takiej niszy, gdy rozwiązania te nie są jeszcze w stanie funkcjonować na ogólnym rynku. Jeśli rozwój technologii w takiej niszy będzie sukcesem, może przyczynić się do zmiany całego systemu. Strategic Niche Management zakłada tworzenie eksperymentalnych bezpiecznych przestrzeni dla nowych rewolucyjnych społeczno-technicznych rozwiązań przy istnieniu wystarczająco intensywnego nacisku zarówno z zewnątrz, jak i wewnątrz systemu [Raven, Mourik, 2006].

Obecny system elektroenergetyczny, złożony z określonej infrastruktury technicznej, jednostek biorących udział w określonych procesach wytwarzania, transmisji i dostawy energii, przy obecnych regulacjach takim właśnie naciskom jest poddawany. Strategic Niche Management skupia uwagę na wewnętrznych procesach, niezbędnych do wytworzenia niszy. Wyznacza on również trzy pod-

stawowe procesy decydujące o efektywnym rozprzestrzenieniu technologii niszy [Verbong i in., 2013]:

- specyfikację oczekiwań i wizji,
- budowę sieci społecznej,
- edukację.

Badania prowadzone z wykorzystaniem SZN do wsparcia społecznego dla wprowadzenia radykalnych innowacji zrównoważonego rozwoju wykazują, że nie mniej istotna jest interakcja pomiędzy systemem a środowiskiem. Brak akceptacji społecznej dla nowych technologii jest jednym z powodów, dla których projekty OZE w Danii nadal pozostają w fazie niszowej [Verbong i in., 2013].

1.4.1. Zarządzanie czynnikami wpływającymi na zmianę zachowania odbiorców energii

Dobra współpraca z pomiędzy dostawcą energii i odbiorcami w zakresie rozwoju ISE musi mieć nakreśloną mapę społecznej akceptacji złożoną z trzech elementów [Honebein i in., 2011]:

1) Zrozumienia doświadczeń odbiorcy w zakresie dotychczas oferowanych programów. Zwykle przedsiębiorstwa dystrybucyjne czy dostawcy energii zastanawiają się, jak zmieni się ich proces w związku z wprowadzanymi zmianami. Równie istotne jest spojrzenie z perspektywy odbiorcy. Dla tej oceny można wykorzystać model Coproduction Experience [Honebein, 2006], w którym [Honebein i in., 2011];

- **wizja** – oznacza zbiór celów, informacji zwrotnych i oczekiwań. Dostawcy energii mają własną wizję ISE połączoną z wizją i strategią firmy, systemem zarządzania i zwrotem nakładów. Odbiorcy zaś mają wizję ISE skoncentrowaną na własnym mieszkaniu (domu), z ewentualnym odniesieniem do lokalnej społeczności. Odbiorcy powinni wiedzieć, czego mogą oczekiwać i jaką otrzymać informację zwrotną o swoich działaniach. Te dwa punkty widzenia zbiegają się w systemach programowalnych termostatów, wyświetlaczach urządzeń elektrycznych czy stronach internetowych dostawców.
- **dostęp** – odnosi się do procesów, ludzi, narzędzi pozwalających odbiorcy zdobyć doświadczenie. Dostawcy więcej uwagi przykładają do samego faktu dostarczenia energii, odbiorcy zaś bardziej są zainteresowani systemem bilingowym, systemem obsługi klienta czy bezpieczeństwem gromadzonych o nich danych. Te punkty zbiegają się w infrastrukturze systemów informatycznych dostawcy, do których dostęp ma również klient, np. systemach *call center*.
- **bodźce** – dotyczą systemu motywacji i sankcji. Dostawcy oceniają je na podstawie modeli ekonomicznych i finansowych, a odbiorcy znacznie szerzej – np. w sensie oszczędności, dobra społeczności, a nawet zabawy. Odbiorcy mogą mieć różne preferencje i wybierać różne rozwiązania.

– **doświadczenie** – odnosi się do wiedzy, umiejętności i zdolności, zarówno dostawców, jak i klientów, które muszą zostać wypracowane w procesie projektowania nowych usług, urządzeń oraz tworzenia nowych systemów informatycznych. Dostawcy preferują rozwiązania technologiczne z jak największą liczbą elementów automatyki, odbiorcy zaś chcą znać sposób działania, co wymaga szerokiego procesu edukacji.

2) Zmiany relacji dostawca–odbiorca. Obecne relacje wynikają głównie z konieczności, a nie z wyboru odbiorcy. Nowe rozwiązania Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej wymagają większej komunikacji i zbudowania zaufania pomiędzy odbiorcą a dostawcą.

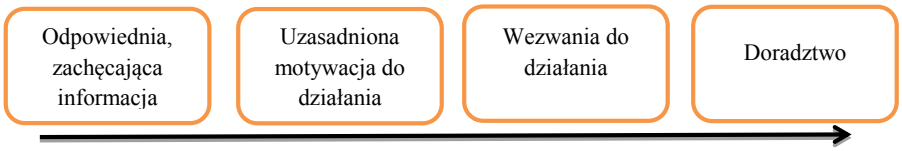
3) Zaangażowania odbiorcy, które jest niezbędnym elementem nowych programów zarządzania popytem na energię. Przede wszystkim wymaga od odbiorcy poświęcenia czasu i uwagi problematyce efektywnego korzystania z energii. Zaangażowanie klienta nie jest procesem prostym. Na podstawie programów prowadzonych do tej pory można zauważyć, że edukacja i informacja zwrotna dla odbiorców są jednymi z podstawowych elementów, jakie wykorzystują dostawcy do wzbudzenia zainteresowania odbiorcy.

Organizacje i ich klienci mogą wspólnie tworzyć nowe wartości w postaci towarów czy usług. Wyjaśnienie klientom zamysłu projektantów i pozwolenie im na wprowadzanie własnego toku zrozumienia działania i artykułowania oczekiwań w procesie projektowania lub ulepszania danego produktu czy usługi oraz opinia i ocena klienta mogą prowadzić do większego wzrostu wartości danego towaru czy usługi. Podobnie wyjaśnienie projektantom pomysłów klientów i przeprojektowanie oferty zgodnie z ich preferencjami również prowadzi do wzrostu wartości. Takie współtworzenie może wykraczać poza fazę projektowania. Produkty i usługi tworzone wspólnie przez organizację i klienta zwykle przewidują istotną rolę klienta w trakcie procesu użytkowania danego dobra lub korzystania z usługi. W przypadku świadczenia usług energetycznych odbiorca, biorąc udział w programie zarządzania popytem, zobowiązuje się do redukcji zużycia energii lub przesunięcia czasowego jej wykorzystania. Dostawca ma możliwość sprawdzenia działania oferowanych programów zarządzania popytem oraz rozwiązań informatyczno-komunikacyjnych je wspierających, a odbiorca sprawdzenia efektów podejmowanych decyzji.

1.4.2. Wybrane modele kształtowania zmian zachowań odbiorców energii

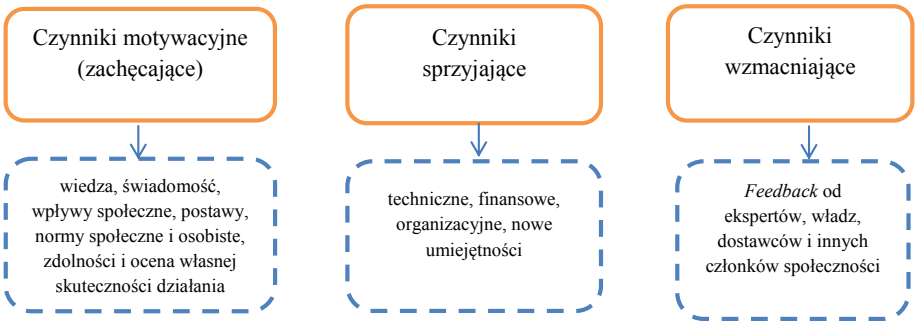
Badania na temat znaczenia komunikacji, a zwłaszcza informacji zwrotnej w zakresie konsumpcji energii były prowadzone w latach 1970–1980 głównie przez naukowców z dziedziny psychologii [Darby, 2006], ale też rozważających

aspekty ekonomiczne, technologiczne i komunikacyjne [Pyrko, Noren, 1998]. Obecnie dominujące w analizach zmian zachowań odbiorcy energii są podejścia: psychologiczne i ekonomiczne podkreślające czynniki odnoszące się do procesu przetwarzania informacji i podejmowania decyzji na poziomie indywidualnego odbiorcy. Obie te dyscypliny przyjmują szereg założeń związanych z racjonalnością postępowania odbiorcy energii, a ekonomia neoklasyczna zakłada wręcz jego pełną racjonalność. Z punktu widzenia psychologii poznawczej istnieje jednak pewien poziom informacji, z którym odbiorca może sobie poradzić, podejmując decyzję, z kolei nadmiar informacji powoduje brak możliwości racjonalnego wyboru. Inne nurty psychologii mają inny pogląd na racjonalność postępowania, np. behawioryści badający wąską, ale znaczącą dziedzinę uczenia się poprzez ponoszenie konsekwencji działań lub psychologowie społeczni uznający role wpływów społecznych na indywidualne decyzje [Breukers i in., 2011].



Rys. 1.2. Model zachowań związanych ze środowiskiem
Źródło: [Roberts, Baker, 2003]

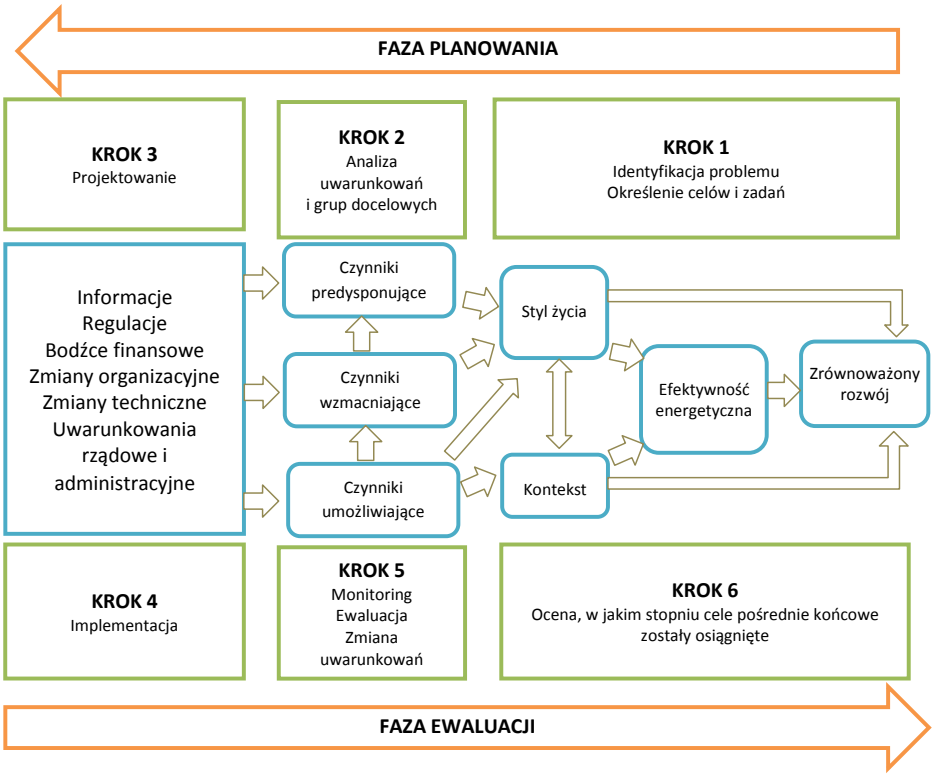
W badaniach psychologii środowiskowej wyróżniono liczne modele wyjaśniające zachowania związane z czynnikami podejmowania decyzji, mające wpływ na środowisko oraz określono czynniki prowadzące do efektywnego wprowadzania zmian w tychże zachowaniach. Aby działać aktywnie konsumenci potrzebują zachęty, motywacji i bodźca (rys. 1.2) [Roberts, Baker, 2003].



Rys. 1.3. Behawioralne determinanty wpływające na zmiany w zachowaniu
Źródło: opracowanie na podstawie [Breukers i in., 2011]

Podstawą podejścia do indywidualnej zmiany zachowań w kontekście zmian środowiska społecznego, kulturalnego, gospodarczego, zmian podmiotów instytucjonalnych i politycznych oraz mediów jest wpływ całego kontekstu, w którym jednostka funkcjonuje, co obejmuje również rodzinę, gospodarstwo domowe, miejsce pracy, a w szerszym kontekście politykę i gospodarkę krajową i światową. Taki model zmian, propagowany przez Greena i Kreutera [Green Kreuter, 1999], zakłada określone behawioralne determinanty wpływające na zmiany w zachowaniu (rys. 1.3).

Doświadczenie płynące z wielu prowadzonych dotychczas projektów pokazuje, że programy interwencji ukierunkowane na zmianę zachowań odbiorców energii są skuteczne tylko wtedy, gdy są prowadzone systematycznie i zgodnie z zaplanowanym modelem. Zwykle takie planowanie rozpoczyna się od projektowania działań interwencyjnych, a następnie nakreślenia oczekiwanych efektów dla grup docelowych oraz zdefiniowania przewidywanych zmian w zachowaniu członków danego segmentu. W projekcie BEAHVE, w oparciu o model Greena i Kreutera, zdefiniowano model planowania i ewaluacji [Dahlbom i in., 2009], składający się z dwóch faz zawierających trzy kroki (rys. 1.4).



Rys. 1.4. Model planowania i oceny zmiany procesu zachowań odbiorców energii
Źródło: [Dahlbom i in., 2009]

W modelu tym etap identyfikacji problemu i określenia celów badań oraz poziom szczegółowości definiowania celów może być zmienny, ale w każdym przypadku konieczne jest precyzyjne przeniesienie wymaganych wyników na konkretne cele, które odpowiedzą na pytanie: co należy zmienić, kiedy i w jakim stopniu? Pożądane zmiany muszą być przypisane do konkretnych aktorów systemu lub ich grup. Określenie czynników behawioralnych i kontekstowych może również okazać się procesem trudnym, gdyż czynniki behawioralne pełnią rolę bezpośrednią, a kontekstowe pośrednią. Czynniki behawioralne mogą odnosić się do inwestycji, zakupu lub użytkowania produktu, a kontekstowe do dostępności tego produktu. Pożądane przeobrażania mogą dotyczyć zmian prewencyjnych, np. demotywujących do nabywania urządzeń wysokoenergochłonnych, zmian w istniejących zachowaniach (np. ograniczanie zużycia gorącej wody) lub nauki zmian nowych zachowań (np. korzystania z „zielonej" energii). Lista zdefiniowanych czynników wraz z wagami określającymi potencjalny wpływ na zmianę postępowań może stanowić podstawę nadawania celom priorytetów i budowania odpowiednich programów zmian dla odpowiednich grup docelowych.

Zwykle najprościej jest rozpocząć od propozycji projektów zmian zachowań, które mają wysoki wpływ i stosunkowo łatwo je zmienić. Istotnym elementem tego kroku jest dokonanie segmentacji rynkowej, tak by odpowiednio przystosować projekty dla konkretnych segmentów grupy docelowej. Grupy docelowe do programów muszą być starannie wybrane, aby można wyspecyfikować działania prowadzące do zmian konkretnych zachowań tych grup [Dahlbom in., 2009] (por. rozdz. 4).

W kroku drugim istotna jest analiza czynników wpływających na zmiany zachowań związanych z obszarem energii i przypisanie ich wraz z określeniem priorytetów (priorytety powinny być określone zarówno dla kategorii, jak i czynników w każdej kategorii) do jednej z kategorii. Model ten zakłada trzy kategorie czynników:

– predysponujące (wiedza, postawy, przekonania, postrzeganie potrzeb, indywidualne możliwości) – ta grupa stanowi podstawę analizy;
– umożliwiające (regulacje, czynniki ułatwiające przyjęcie rozwiązań, np. dotacje, dostępność produktów);
– wzmacniające (korzyści społeczne lub finansowe – zarówno kary, jak i nagrody – wsparcie lokalnych władz, informacja zwrotna na temat zaoszczędzonej energii).

Dla potrzeb segmentacji uwzględniane są również czynniki społeczno-demograficzne, takie jak: płeć, wiek, wykształcenie, poziom dochodów, typ mieszkania i jego wyposażenie, przy czym czynniki te nie mogą podlegać programom interwencji.

Tabela 1.8. Ogólny przegląd programów interwencyjnych

Program interwencji	Potencjalny procent oszczędności	Czynniki wpływające		
		predysponujące	umożliwiające	wzmacniające
Kontrakty i nagrody (+/-)	6	X		X
Bodźce finansowe	3			X
Bodźce finansowe + informacyjne	5	X		X
Rozpowszechnianie i udostępnianie informacji	1–2	X		
Szczegółowe informacje	3	X	X	
Programy wsparcia finansowego	9		X	
Informacje dostosowywane do odbiorcy	16	X	X	
Informacje dostosowywane do odbiorcy + programy wsparcia finansowego	16+	X	X	
Informacja zwrotna w trybie tygodniowym	10	X		X
Tworzenie ekogrup (wysoki współczynnik dla małych populacji)	15	X	X	X

Źródło: [Dahlbom i in., 2009].

W etapie projektowania, aby mieć wpływ na czynniki predysponujące, można podjąć wiele działań zmierzających do zwiększenia motywacji grup docelowych, w celu zwiększania ich wiedzy na temat efektów zmian zachowań. Aby w grupie docelowej wywołać adaptację pożądanych zachowań, należy stworzyć odpowiednie warunki natury technicznej, prawnej, regulacyjnej czy edukacyjnej.

W omawianym modelu wyspecyfikowano grupę programów interwencyjnych możliwych do wykorzystania w procesie projektowania zmian zachowań związanych z wykorzystywaniem energii elektrycznej (tab. 1.8).

Krok implementacji oraz monitoringu i ewaluacja z ewentualną zmianą uwarunkowań powinny być prowadzone jednocześnie. Monitoring oznacza dostarczanie informacji zwrotnych w celu sprawdzenia, czy program przebiega zgodnie z wyznaczonym torem, czy dociera we właściwy sposób do docelowej grupy i spełnia ich oczekiwania, jak jest oceniany przez jej członków oraz jak jego efektywność jest oceniana przez twórców programu i inne podmioty. Istotne jest również określenie czynników stymulujących i ograniczających prowadzenie programu. Ewaluacja programu oznacza w modelu zapis procesu pro-

gramu interwencji w sposób strukturalny. Gromadzone są dane, które pozwalają na ocenę, czy projekt spełnia postawione cele, w tym opisują wpływ działania programu na zmiany w trzech kategoriach czynników wyznaczonych w kroku drugim. Ostatni etap to ocena, w jakim stopniu nastąpiły zmiany w zachowaniach i w środowisku (o ile zmniejszyła się emisja dwutlenku węgla). Działanie modelu zostało wykorzystane przez autorów do oceny 41 projektów prowadzonych w Europie.

1.4.3. Informacja zwrotna w kształtowaniu zachowań odbiorców energii

Mechanizm społecznego uczenia został przyjęty w socjologii technologii i bazuje na badaniach historycznych dotychczasowych akceptacji technologii przez społeczeństwo. W przypadku zmian na rynku energii jest on postrzegany jako proces negocjacji pomiędzy określonymi grupami społecznymi, wywołujący debaty i kontrowersje, w przypadku sukcesu dający efekt w postaci wprowadzonych nowych rozwiązań dla odbiorcy końcowego energii. Zaletą tego modelu jest trwałość także po zakończeniu procesu wywoływania zmian (np. akcje promowania budownictwa energooszczędnego) [Breukers i in., 2011]. Istotną rolę w kształtowaniu zmian postaw pełni komunikacja, a zwłaszcza informacja zwrotna (*feedback*) dla odbiorcy o efektach jego działań.

Do wyjaśnienia, w jaki sposób i dlaczego informacja zwrotna na temat zużycia energii prowadzi u odbiorcy do zmian zachowań związanych z korzystaniem z energii, wykorzystywane mogą być bardziej złożone, zintegrowane modele heurystyczne zachowań środowiskowych.

Przykładowo model zaprezentowany na rys. 1.5 zakłada dwa typy działań [Fischer, 2008]:

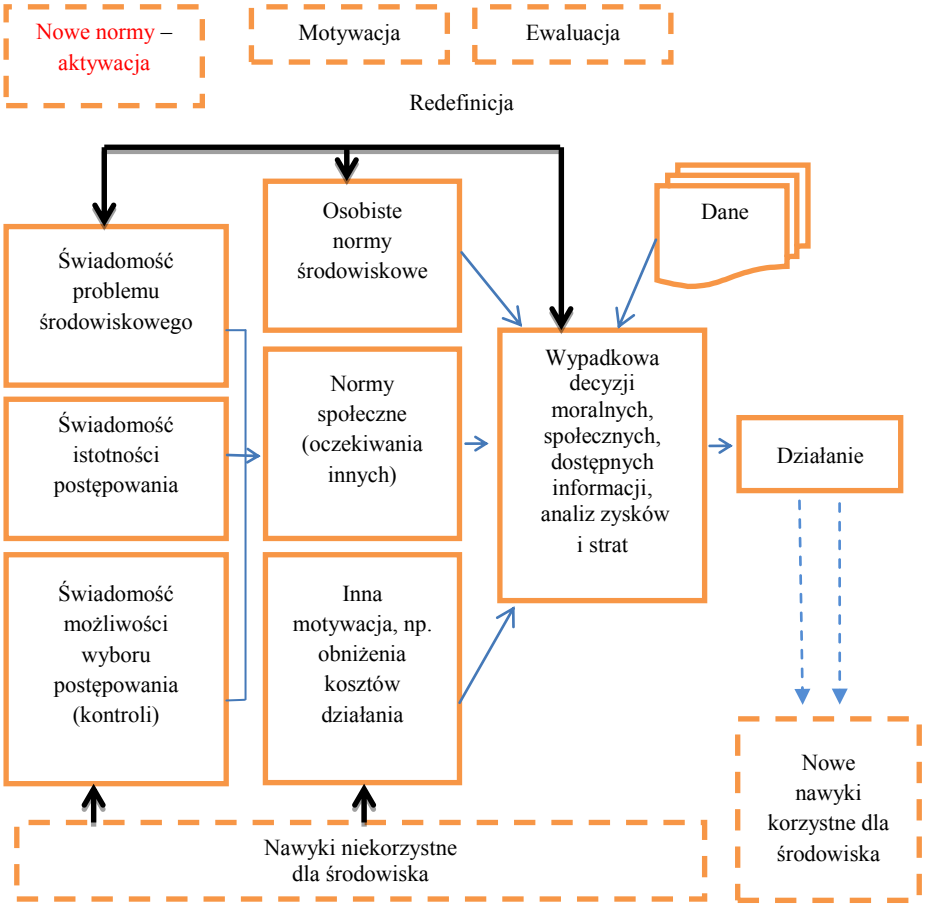
1) Rutynowe, zwyczajowe działania, wykonywane machinalnie w ten sam sposób, odpowiedzialne za nawyki szkodliwe dla środowiska. W zakresie związanym z konsumpcją energii określają codzienne czynności, takie jak: korzystanie z oświetlenia i domowego sprzętu RTV i AGD. Ich mechaniczne wykonywanie nie wymaga procesu podejmowania decyzji, a zazwyczaj użytkownik nie zastanawia się, czy wykorzystuje pewne urządzenia w sposób optymalny. Czynności te na ogół są w jakiś sposób szkodliwe dla środowiska, ponieważ kształtowały się w okresie, w którym ekologia, zrównoważony rozwój i ochrona środowiska nie miały zbyt wielkiego znaczenia lub też normy postępowania były inne.

2) Świadome decyzje będące rezultatem analizy nowych sytuacji i norm. Wprowadzenie nowych norm oznacza, że należy przełamać dotychczasowe zwyczajowe działania, podjąć proces decyzyjny wyboru opcji i kryteriów. Proces aktywacji działań związanych z nowymi normami jest złożony z trzech etapów:

– uświadomienie istnienia problemu zwykle w sytuacji, gdy niemożliwe lub obecnie naganne jest zachowanie rutynowe; w przypadku odbiorcy energii problemem może być wysoki rachunek za energię. Poinformowanie odbiorcy o wysokości zużycia energii w wyniku codziennych działań stawia go przed problemem rozpatrzenia zmiany zwyczajów korzystania z energii;

– uświadomienie istotności postępowania w zakresie rozwiązywania problemu;

– uświadomienie wpływu wyboru postępowania i jego efektów na rozwiązanie problemu.



Rys. 1.5. Model heurystyczny kształtowania zmian zachowań związanych ze środowiskiem
Źródło: [Fischer, 2008]

Stwierdzenie, że rachunek za energię jest wysoki i odniesienie tego faktu jedynie do stawek za energię, nie zaś do własnych zwyczajów korzystania z niej, nie wpłynie na zmianę postępowania odbiorcy w tym zakresie. Podobnie, zmian

w postępowaniu nie wywoła sytuacja, w której odbiorca zdaje sobie sprawę, że ma wysokie zużycie energii, ale nie może go kontrolować, gdyż nie wie, które urządzenia zużywają najwięcej energii. Umożliwienie odbiorcy śledzenia informacji o wysokości zużycia energii podczas określonych działań lub też dla określonych urządzeń pozwoli mu na kontrolowanie działań w zależności od przyjętych priorytetów, np. oszczędność rachunku i energii lub minimalizacji negatywnego wpływu na środowisko.

Koniec tego procesu oznacza przejście do podjęcia decyzji o tym, jak się należy zachować, analizując i oceniając różnego rodzaju normy osobiste (model własnego pożądanego zachowania), społeczne (normy stosowane przez społeczności, wśród których funkcjonuje) i inne (np. korzystanie z usług oświetlenia, ogrzewania, gotowania czy innych w sposób niezawodny, wygodny i tani). Może zdarzyć się, że normy te pozostają ze sobą w sprzeczności i odbiorca musi dokonać oceny, a czasem redefinicji norm, podejmując działanie będące wypadkową posiadanych informacji, decyzji moralnych, społecznych oraz analiz zysków i strat. W specyficznych warunkach takie działanie może przerodzić się w nowe zachowanie rutynowe.

Informacja zwrotna jest podstawą wprowadzania zmian w zachowaniach odbiorcy energii. Jest ona najbardziej efektywna, gdy [Fischer, 2008; Roberts, Baker, 2003]:

- przyciąga skutecznie uwagę odbiorcy,
- wskazuje związek pomiędzy podejmowanymi działaniami a ich skutkiem,
- aktywuje różne obszary, które mogą mobilizować różne grupy konsumentów,
- jest natychmiastowa, dostępna, dopasowana do odbiorcy,
- pozwala odbiorcy na porównanie danych z wartościami historycznymi oraz danymi o zużyciu energii u innych odbiorców z podobnych grup,
- wykorzystuje graficzne elementy prezentacji do przedstawiania wyników.

Cele prowadzenia systemu informacji zwrotnej mogą być różne, z czego do głównych należą:

- motywowanie gospodarstw domowych do obniżenia ogólnego poziomu zużycia energii i stymulacja działań proekologicznych,
- poprawa satysfakcji klienta ze świadczonych usług,
- zmiana kształtu krzywej obciążenia (przesunięcie w czasie i złagodzenie okresów szczytu poboru mocy),
- podnoszenie świadomości odbiorcy,
- eksploracja potrzeb odbiorców w zakresie oczekiwanych informacji,
- poprawa komunikacji z odbiorcą.

Gospodarstwa domowe są jednostkami zróżnicowanymi w zakresie społecznym, kulturowym i w związku z powyższym ich reakcje na te same programy oszczędzania energii nie są jednakowe.

Również sam system informacji zwrotnej posiada istotne cechy różnicujące efekty jego działania, takie jak [Fischer, 2008]:

– Częstotliwość i czas trwania. Efektywność systemu informacji zwrotnej rośnie, gdy jest stosowany bezpośrednio po działaniu, co uwypukla związek pomiędzy działaniem i jego efektem oraz zwiększa świadomość konsekwencji podejmowanych decyzji. Najlepiej, gdy odbiorca otrzymuje informacje zwrotne kilka razy dziennie lub przynajmniej raz dziennie. Efekty te są bardziej trwałe, gdy są stosowane przez dłuższy okres, gdyż umożliwiają wykształcenie nowych nawyków odbiorców energii.

– Zawartość informacyjna. W przypadku konsumpcji energii informacja zwrotna może zawierać dane ilościowe o zużyciu energii (w kWh), dane o kosztach oraz o wpływie na środowisko. Dane te mogą być istotne dla podjęcia działań dla różnych grup odbiorców i aktywować różne normy społeczne.

– Rozkład zużycia energii. Podział danych na dotyczące poszczególnych pomieszczeń czy urządzeń lub informacja o zużyciu energii w różnych porach dnia umożliwia odbiorcy powiązanie zmiany zachowania z jego efektem.

– Sposób komunikacji i prezentacji. W komunikacji z odbiorcą tradycyjnie używanym medium są dokumenty papierowe. Coraz większego znaczenia nabierają jednak media elektroniczne. Informacja w postaci drukowanej może być dostarczana jako osobny dokument lub też dołączana do rachunku za energię (w tym przypadku może skutkować szczegółową analizą rachunku wywołującą działania zmierzające do zmian jego wysokości). Elektroniczna komunikacja może odbywać się za pomocą inteligentnych liczników, dedykowanych paneli lub też poprzez Internet na dedykowanych portalach. Zaletą komunikacji elektronicznej jest duża elastyczność (możliwość reakcji na wymagania odbiorcy), szybkie przetwarzanie aktualnych danych oraz wyświetlanie informacji w różnych układach. Dodatkowo, interaktywne programy mogą stymulować ciekawość odbiorcy i chęć eksperymentowania w zakresie korzystania z energii. Media elektroniczne mogą być trudne w odbiorze dla osób nieprzyzwyczajonych do korzystania z tego typu urządzeń, a interaktywne działania mogą wymagać większego zaangażowania użytkownika. Sposób prezentacji ma również bardzo duże znaczenie, musi być przede wszystkim zrozumiały dla odbiorcy. Informacje prezentowane odbiorcy mogą być typu tekstowego lub graficznego (np. krzywe zużycia energii, wykresy kolumnowe lub kołowe) i dotyczyć łącznego zużycia lub w rozkładach na grupy i okresy czasowe.

– Możliwość porównania danych o zużyciu. Dla odbiorcy istotne jest porównanie bieżącego zużycia z danymi z poprzednich okresów. Dane te można porównywać np. z takim samym miesiącem poprzedniego roku lub z miesiącem poprzednim. Dodatkową wartością w tym wypadku są informacje dotyczące warunków pogodowych, np. średniej temperatury miesiąca. Drugim typem może być porównanie z pewnymi wartościami normatywnymi, dającymi informacje

np. w stosunku do innych, w jakimś sensie podobnych, np. pod względem powierzchni, typu budynku, zainstalowanych urządzeń, gospodarstw domowych (np. w stosunku do średniej krajowej, regionu czy osiedla). Taka informacja, oprócz dostarczenia wiedzy na temat tego, czy zużycie mieści się w granicach norm, może motywować ambicję odbiorcy i stymulować rodzaj współzawodnictwa.

– Połączenie z innymi instrumentami. Znaczenie systemu informacji zwrotnej rośnie, jeśli jest połączony z innymi instrumentami, np. finansowymi. Informacja o zużyciu energii, w powiązaniu z danymi o możliwych oszczędnościach finansowych, stanowi dla odbiorcy większą motywację do zmiany działań. Podobne działanie ma połączenie z programami zaangażowania personalnego, np. w ochronę środowiska, czy programami edukacyjnymi na temat oszczędności energii.

Dyrektywy UE dotyczące wspólnych reguł wewnętrznego rynku energii nakładają na dostawców obowiązek informowania na rachunku o rodzaju paliw i ich określonych cechach (Dyrektywa 2003/54/WE). Dyrektywa nr 2009/72/WE Parlamentu Europejskiego stanowi, że odbiorca powinien otrzymać możliwość uzyskania informacji dotyczących danych o rzeczywistym zużyciu energii elektrycznej z dostateczną częstotliwością, tak aby mógł podejmować decyzje dotyczące indywidualnego zużycia. Ponadto odbiorca powinien mieć dostęp do danych dotyczących cen i taryf oraz praw mu przysługujących, istniejących środków poprawy efektywności energetycznej, porównania profili zużycia energii oraz obiektywnych specyfikacji technicznych sprzętu zużywającego energię. Zaś dostępność informacji będzie realizowana poprzez ich umieszczanie na rachunkach za energię elektryczną i na stronach internetowych przedsiębiorstw energetycznych.

UE wymaga od krajów członkowskich wprowadzenia rachunków zawierających: informacje o danych historycznych, porównania normatywne, dane kontaktowe umożliwiające odbiorcy otrzymanie informacji o efektywności energetycznej. Wymagana jest zwiększona częstotliwość komunikacji, ale nie jest narzucona forma jej prezentacji.

Do podstawowych informacji w zakresie analizy zużycia należą [Roberts, Baker, 2003]:

– informacja o bieżącym zużyciu,
– informacja o zużyciu w poprzednich okresach,
– wartości normatywne dla porównań,
– dezagregacja danych,
– informacja o bieżącej taryfie i kosztach.

Klienci zwykle są zainteresowani informacjami na temat:

– ile pieniędzy zaoszczędzili w danym okresie,
– czy energooszczędne urządzenia, które kupują, rzeczywiście oszczędzają energię,
– czy ich starania są równie efektywne jak podobnych użytkowników.

Podstawą projektowania sposobu komunikacji i prezentacji informacji zwrotnej jest analiza trzech elementów [Roberts, Baker, 2003]:

– typu informacji, który najlepiej pomoże odbiorcom w analizowaniu zużycia energii,

– sposobu prezentacji informacji tak, aby stworzyć maksymalną szansę na zmianę zachowań odbiorcy i aby informacje te były dla niego zrozumiałe,

– wpływu sposobu prezentacji na zachowania odbiorcy na rynku energii.

Analiza projektów z obszaru badania efektywności systemu informacji zwrotnej wskazuje na fakt stymulowania oszczędności energii średnio o 5–10% [Roberts, Baker, 2003], niektóre badania wykazują jednak znaczny rozrzut od 1,1% do 20% [Fischer, 2008]. Wpływ informacji zwrotnej, zależnej od sposobu komunikacji, może dawać różne rezultaty, czego przykładem są dane zaprezentowane w tabeli 1.9, będące wynikiem badań przeprowadzonych w roku 2000.

Wprowadzenie dwukierunkowej komunikacji z klientem, szeroko testowane w instalacjach pilotażowych na świecie w pierwszej dekadzie XXI w., zwłaszcza w połączeniu z programami zarządzania popytem, wykazuje oszczędności do około10% (por. rozdz. 2). Rozwój tych technologii rodzi jednak dla odbiorcy dodatkowe obawy związane z bezpieczeństwem i ochroną prywatności.

Tabela 1.9. Oszczędność energii w zależności od sposobu komunikacji

% oszczędności	**Bezpośredni sposób prezentacji, np. na ekranie licznika lub panelu 21 badanych projektów**	**Pośredni sposób wyświetlania, np. wraz z rachunkiem 13 badanych projektów**
20	3	
15–19	1	1
10–14	7	6
5–9	8	
0–5	2	3
Brak danych		3

Źródło: [Darby, 2000].

W analizach porównawczych różnych projektów programów zarządzania popytem na energię zwykle występują oszczędności, aczkolwiek w niektórych projektach zdarzały się przypadki braku wystąpienia związane [Fischer, 2008][6]:

– ze zbyt odległym czasem, niewykształcającym związku pomiędzy działaniem i efektem, niedającym możliwości kontroli – np. jednorazowa informacja jako suplement do rachunku rocznego za energię;

[6] Projekty prowadzone w USA, Kanadzie, Europie – bez projektów z Europy środkowo-wschodniej – w latach 1987–2008. Analiza dokonana na podstawie studiów literaturowych.

– ze znacznym obciążeniem w okresie taryf z niskimi cenami. W projektach mających na celu przesunięcie obciążenia, testujących nowe struktury taryf, w przypadku dużej różnicy cen w okresach szczytowych w stosunku do cen poza szczytem, np. 9:1, odbiorcy, informowani o aktualnym zużyciu i przewidywanej cenie, masowo przenosili zużycie na okres bardzo niskich cen. Zużycie energii w okresie niskich cen redukowały oszczędności z okresu szczytowego;

– z dotychczasowym niskim zużyciem energii. Niewielkie oszczędności występują w małych mieszkaniach robotniczych, osób o niskich dochodach i niskiej konsumpcji energii. W gospodarstwach domowych, które do tej pory oszczędzały energię, otrzymana informacja może nawet spowodować wzrost zużycia, wskazując na fakt możliwości poprawy komfortu.

W związku z rozwojem technologii komunikacyjnych przekaz w postaci informacji z systemu komputerowego pozwala odbiorcy na wybór różnego typu analiz i form prezentacji danych (w postaci tekstu, wykresu, symboli o określonych znaczeniach). Równie istotne są elementy związane z wykonaniem konkretnego działania przez odbiorcę, takie jak wykonanie operacji w systemie informatycznym lub odczyt danych z licznika. Wynik badania opinii odbiorców-uczestników różnych projektów z zakresu poprawy efektywności energetycznej i promowania oszczędności energii na temat form prezentacji danych o zużyciu energii zaprezentowano w tabeli 1.10.

Tabela 1.10. Wpływ elementów systemu informacji zwrotnej na zachowania odbiorców energii

Cecha	**Efekt**
1	2
Częstotliwość	Najlepsze efekty osiągnięto w projektach, w których przesłanie informacji było natychmiastowe. Projekty, w których informacja zwrotna docierała do odbiorcy w okresie od miesiąca do tygodnia, były pomocne, ale nie satysfakcjonujące.
Czas trwania	Projekty długoterminowe sprzyjają wykształcaniu nowych nawyków i mogą prowadzić do stałych oszczędności w zużywaniu energii (nawet po zakończeniu projektu). Niemniej nie wykazano, że w projektach długookresowych początkowe oszczędności są wyższe niż w krótkookresowych.
Zawartość informacyjna	Większość projektów łączyła informacje o konsumpcji z informacją o kosztach. Informacje na temat wpływu na środowisko mogą pełnić taką samą rolę, jak pozostałe typy. Konieczność dopasowywania typu informacji do potencjalnych bodźców i norm targetowanych grup.
Rozkład zużycia energii	Brak wiarygodnych danych do oceny ze względu na brak informacji w projektach. Tylko w jednym projekcie wykazano potencjalną użyteczność szczegółowych danych zużycia dla urządzeń.
Sposób komunikacji i prezentacji	Interaktywny system informacji zwrotnej, zwłaszcza komputerowy, stymuluje odbiorcę do nowych zachowań. Brak jednoznacznych rezultatów, co do sposobu prezentacji graficznej czy tekstowej. Informacja powinna być prosta, ale nie uproszczona, niewymagająca dodatkowych dokumentów do zrozumienia. Lepszy efekt daje powiązanie kilku form np. grafiki, tekstu tabel niż używanie jednorodnej formy.

Tabela 1.10 (cd.)

1	2
	W przypadku grafiki wiele zależy od typu wykresu czy diagramu, skali wartości na etykietach, używanych symboli objaśnień. Na przykład rozróżnienie kolumn o wartościach 55 i 60 jest mało widoczne. W przypadku tak małych różnic lepiej stosować system, w którym bazą będzie wartość np. 50, a wyświetlane w postaci kolumn będą wartości przekraczające bazę, w tym przypadku 5 i 10, co znacznie ułatwi odbiorcy interpretację oraz pokreśli zmianę wynikającą z podjętej przez odbiorcę decyzji i wzmocni motywację. W projektach, gdzie informacje dołączane były do rachunku, oszczędności wykazywały duży rozrzut. Niemniej jest to forma wymagająca najmniejszych zmian w zakresie tworzenia systemu informacji zwrotnej i może być stosowana jako działanie długookresowe. Wprowadzenie systemów wykorzystujących inteligentne liczniki może poprawić efektywność korzystania z energii, niemniej dobrze zaprojektowane rachunki dają dobre efekty (por. tabela 3.2), zwłaszcza że okres wprowadzania inteligentnych liczników dla klientów jest długi i kosztochłonny.
Możliwość porównania danych o zużyciu	Większość projektów do porównań używała danych historycznych dla odbiorcy. Stymulują one działania odbiorcy głównie w przypadkach, gdy rachunek za energię rośnie. W projektach, gdzie używano porównań normatywnych, nie zaobserwowano dużego efektu na konsumpcję energii, co mogło być powodowane redukcją efektu ogólnego, gdy spadek zużycia jednych odbiorców pokrywa się ze wzrostem zużycia odbiorców do tej pory oszczędzających.
Połączenie z innymi instrumentami	W analizowanych projektach pozytywne rezultaty były osiągane nawet w przypadkach samego przesłania informacji zwrotnej, bez stosowania dodatkowych instrumentów. Użyteczność dodatkowych informacji jest ściśle zależna od sposobu prezentacji i grupy odbiorców.

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Fischer, 2008; Roberts, Baker, 2003].

Należy zauważyć, że w badanych projektach istotne były nie tylko ilościowe wyniki, ale również badanie świadomości i preferencji odbiorców gospodarstw domowych. Odbiorcy z tej grupy, niezależnie od kraju, doceniają szczegółową informację na temat działań i ich efektów, zwłaszcza rachunki na podstawie aktualnych, a nie prognozowanych wartości, oraz większą częstotliwość otrzymywania takich informacji. Klienci chętnie widzą dane porównawcze prezentowane w czytelnej postaci. Odbiorcy energii to zróżnicowana grupa osób o różnym sposobie interpretacji przyswajania informacji przesyłanych przez dostawcę. Dane dotyczące preferencji wizualizacji danych mogą się różnić w różnych krajach i obszarach kulturowych (por. tab. 1.11), niemniej jednak dla klienta czytelna postać to [Fischer, 2008]:

– dane o aktualnej konsumpcji w określonym czasie (nie wyrównawcze – *offseting* – w stosunku do poprzednich okresów, przedpłat czy szacunkowych prognoz),

– zrozumiałe opisy, objaśnienie akronimów i terminów technicznych,
– jasno określone komponenty rachunku,
– dodatkowe informacje w postaci graficznej, również dobrze opisanej; w przypadku rozkładów zużycia energii preferowane są wykresy kołowe, dla porównań normatywnych z poprzednimi okresami – kolumnowe (pionowe), dla porównań z innymi gospodarstwami domowymi – słupkowe (poziome) lub liniowe w postaci rankingowej, od najmniejszej do największej wartości, z zaznaczeniem pozycji danego odbiorcy.

Tabela 1.11. Preferencje odbiorców w zakresie zawartości informacji zwrotnej

Kraj/rok	Preferencje odbiorców
USA Delaware 1999	Porównanie konsumpcji własnej na tle innych gospodarstw domowych i średniego zużycia. Preferowana postać graficzna, najchętniej wykres, z łatwo rozpoznawalnymi symbolami. Graficzny wykres punktowy, gdzie na osi poziomej konsumpcja jest wyświetlona od najniższej do najwyższej wartości, a oś pionowa wskazuje liczbę gospodarstw domowych na danym poziomie konsumpcji. Punkty serii danych na wykresie w postaci symbolu domu, zaznaczenie średniego poziomu konsumpcji oraz poziomu danego gospodarstwa domowego.
Wielka Brytania 2005 Szwecja 2003	Porównanie konsumpcji własnej w stosunku do okresów poprzednich, mniejsze zainteresowanie porównaniem do innych gospodarstw domowych.
Finlandia 1997	Porównanie konsumpcji własnej z wartościami normatywnymi.
Japonia 2005	Porównanie konsumpcji własnej w stosunku do innych gospodarstw domowych.
Norwegia 1999	Graficzne przedstawienie danych historycznych. Porównanie konsumpcji własnej z wartościami normatywnymi gospodarstw zaliczanych do podobnej grupy.

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Fischer, 2008; Roberts, Baker, 2003].

System informacji zwrotnej jest podstawowym instrumentem stymulowania klienta i zwiększania efektów w zakresie oszczędności energii. Równie ważne są także takie czynniki, jak: kondycja budynku, dobry kontakt z dostawcą, możliwość uzyskania porady o sposobach postępowania, zarówno w zakresie technicznym, jak i społecznym, edukacja i wsparcie organów rządowych.

Zwykle wyniki badań krótkookresowych, prowadzonych po zainstalowaniu inteligentnych liczników, wskazują na wzrost oszczędności energii – klienci są zadowoleni z możliwości kontroli zużycia energii. Po pierwszym miesiącu kontroli i obserwacji zużycia energii klienci zaprzestają logowania i dalszej kontroli, co może oznaczać, że zainteresowanie dostępem do tego typu informacji spada, a dalsze utrzymanie ich uwagi programami zarządzania popytem wymaga dodatkowych działań i aktywności. Wyniki badań przeprowadzonych w dłuższych

okresach są już niejednorodne. Jedne wskazują na stabilizację zachowań w oszczędzaniu energii, inne zaprzeczają takim wynikom. W sterowaniu zachowaniem klienta, w zakresie zużycia energii w domu, dużą rolę odegra przewidywany wzrost automatyzacji urządzeń domowych. Może on być czynnikiem zachęcającym lub, wręcz przeciwnie, zniechęcającym do udziału w programach. Zaangażowanie konsumentów w proces projektowania systemu komunikacji prowadzi do efektywnego tworzenia projektów i zwiększa prawdopodobieństwo akceptacji jego zawartości i formy przez większość odbiorców [Roberts, Baker, 2003].

Agencja konsultingowa Accenture przeprowadziła badania zainteresowania klientów nowymi rozwiązaniami technologicznymi w zarządzaniu zużyciem energii. Zaprezentowane wyniki pokazują, że 60% respondentów preferuje całkowicie zautomatyzowane rozwiązania. Około 1/3 klientów chciałaby mieć możliwość monitorowania i reakcji on-line za pomocą komputerów osobistych i tabletów (36%) oraz urządzeń mobilnych (np. telefonów komórkowych – 32%). 35% respondentów docenia możliwość personalizacji interfejsu portalu lub urządzenia pozwalającego na sterowanie poborem energii. Niewielki procent respondentów (zaledwie 13%) chciałoby systemu pozwalającego na automatyczną integrację z portalami społecznościowymi, w celu porównania wyników podjętych decyzji, a 20% chętnie brałoby udział w aktywnościach rodzinnych i grach związanych z efektywnym wykorzystaniem energii elektrycznej [Accenture 2011b; Pamuła, 2012a].

Podsumowując niniejszy rozdział, można stwierdzić, że akceptacja rozwoju nowych technologii i system komunikacji będą pełnić w nowych relacjach dostawca–odbiorca energii podstawową rolę, stając się determinantami sukcesu wprowadzanych programów dotyczących zarządzania popytem na energię i programów efektywności energetycznej. Od starannego zaplanowania i przygotowania systemu komunikacji będzie zależało zaangażowanie odbiorców w proces wdrażanych rozwiązań Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej prowadzący do zmiany ich roli na rynku energii.

2. Zarządzanie popytem na energię

2.1. Zarządzanie popytem – wybrane zagadnienia

Badania nad teorią użyteczności i preferencjami konsumentów prowadzone są od niemal dwustu lat. Zapoczątkował je D. Bernoulli, publikując w 1738 r. koncepcję logicznej funkcji użyteczności, w 1890 r. A. Marshall wprowadził mierniki elastyczności cenowej popytu, a w roku 1906 V. Pareto poprzez koncepcje systemu preferencji i krzywych obojętności zredefiniował pojęcia użyteczności [Suchecki, Welfe, 1998]. Do połowy lat pięćdziesiątych XX w. do modelowania reakcji konsumentów wykorzystywane były proste modele statystyczne. W drugiej połowie XX w. powstawały złożone modele ekonometryczne modelowania popytu, przyjmujące założenie, że w danych warunkach podejmowanie decyzji przez konsumentów jest implikowane preferencjami, a podstawową płaszczyzną przejawiania się preferencji indywidualnych jest rynek [Suchecki, Welfe, 1998]. Decyzje konsumentów mogą być obserwowane *ex post*, analizowane na podstawie metod statystycznych, pozwalających na tworzenie systemu preferencji grup (segmentów) konsumentów [Suchecki, Welfe, 1998]. Współczesne prognozowanie gospodarcze posiada szereg metod do modelowania zjawisk ekonomicznych [Gajda, 2002; Cieślak 2005].

Zarządzanie popytem jest pojęciem związanym z dwoma obszarami organizacji: marketingiem i logistyką.

Marketing, a zwłaszcza zarządzanie marketingowe jest definiowane jako „proces planowania i realizacji pomysłów, kształtowanie cen, promocji i dystrybucji towarów, czy idei mających doprowadzić do wymiany, spełniającej oczekiwania docelowych grup klientów i organizacji" [Bielski 1998; Knecht, Beck, 2005]. P. Kotler definiuje zarządzanie marketingowe jako „Zarządzanie marketingowe stara się wpłynąć na poziom, naturę i przebieg czasowy popytu w taki sposób, aby pomogło to w osiągnięciu celów danej organizacji" [Kotler i in., 2002] i określa zarządzanie popytem jako obszar, który należy do zarządzania marketingowego, zawierający w sobie zarządzanie relacjami z klientami [Kotler i in., 2002]. *Leksykon Marketingu* definiuje ten termin jako „opartą na ogólnej filozofii marketingowej działalność zmierzającą do osiągnięcia celów własnych przez aktywne kształtowanie rynku i jak najlepsze zaspokajanie potrzeb klienta" [Altkorn, Kramer, 1988]. Orientacja na klienta jest więc stałą podbudową przedsiębiorstwa zarządzanego według orientacji marketingowej [Krzymiński, 1997],

a przetworzona w technologię organizacyjną jest drogą do osiągnięcia sukcesów organizacji. Rozpoznane potrzeby klientów należy przełożyć na możliwe do sprzedaży usługi bądź produkty, co wiąże się z procesem innowacji w organizacji, a skuteczność tego procesu wymaga silnej relacji z klientem [Meffer, 1997]. Źródłem zysku przedsiębiorstwa są klienci, sama organizacja jest źródłem kosztów [Drucker, 1976], tak więc relacje z konsumentami są istotne ze względu na alokacje zasobów i strategie obsługiwania poszczególnych klientów.

Oprócz planowania strategii przyciągania nowych klientów i doprowadzania do transakcji z nimi, współczesne organizacje dążą do zatrzymania dotychczasowych klientów i do budowania z nimi trwałych relacji [Kotler i in., 2002]. Dokonanie identyfikacji i personalizacji klientów oraz gromadzenie informacji o ich preferencjach w celu planowania indywidualnych działań marketingowych jest warunkiem sukcesu działań przedsiębiorstwa [Otto, 2004].

Jako istotę zarządzania marketingowego można określić [Pomykalski, 2001; Knecht, 2005]:

- podporządkowanie wszystkich działań w sferze produkcji i usług życzeniom finalnego odbiorcy,
- pobudzenie i rozwijanie potrzeb nabywcy,
- integrację konsumenta z przedsiębiorstwem i budowanie trwałych związków między nimi,
- pobudzanie innowacji i stymulowania popytu.

Zarządzanie marketingowe we współczesnej organizacji uwzględnia w swoich działaniach wpływ środowiska zewnętrznego na działalność producenta i pośredników handlowych oraz służy do poznania i zrozumienia potrzeb nabywców, dostarcza kryteriów oceny zdolności do zaspokojenia określonych potrzeb nabywców, jak również wyznacza kierunki doskonalenia produktu w celu lepszego dopasowania go do pragnień nabywców, a do jego zadań, oprócz kształtowania popytu, należy kształtowanie relacji wewnątrz przedsiębiorstwa i modelowanie relacji z otoczeniem. Klienci/dostawcy wewnętrzni oraz klienci/dostawcy zewnętrzni powinni podkreślać rangę istnienia właściwych relacji na płaszczyźnie klienci/dostawcy w strukturze czynności i procesów tworzenia wartości poprzez uzgodnienie poziomu serwisu (wzbogacenie wartości oferowanej klientom) [Michalski, 2007].

Orientacja na odbiorcę musi być procesem ciągłym, dotyczącym wewnętrznych i zewnętrznych klientów w obszarze wszystkich ogniw tworzenia wartości w organizacji (badanie rynku i jego segmentacja, wczuwanie się w potrzeby klientów, logistyka dystrybucji, składowanie materiałów itp.), a w szczególności kierować się określonymi zasadami [Mazurek-Łopacińska, 2002]:

- gotowości i umiejętności słuchania klientów oraz uzyskiwania od nich informacji;
- kreowania misji firmy na podstawie wartości istotnych dla klienta;

– kształtowania oferty rynkowej w dostosowaniu do odpowiedniego segmentu rynku;
– koncentracji na wartości oczekiwanej przez klientów;
– budowania stałej relacji z klientami;
– zapewnienia udziału wszystkich pracowników w tworzeniu rosnących wartości dla klienta;
– systematycznego mierzenia poziomu świadczonych usług oraz poziomu satysfakcji klientów.

Z punktu widzenia logistyki stabilność funkcjonowania współczesnej organizacji i efektywność biznesu organizacji jest oparta w znacznej mierze na skuteczności łańcucha dostaw. W tradycyjnym łańcuchu dostaw podstawą planowania są prognozy [Szewczyk, 2002; Barcik, Jakubiec, 2012]. Trafne prognozy popytu decydują o zaspokojeniu potrzeb klienta głównie dzięki odpowiednim zapasom [Cyplik, 2005]. Taki łańcuch dostaw jest sterowany przez zamówienia i plany produkcyjne, dla których, oprócz zaspokojenia popytu, głównym kryterium jest minimalizacja kosztów dostaw i magazynowania. Planowanie popytu może być wspomagane przez posiadane rozwiązania ERP/SCM [Majewski, 2006; Fajfer, Koliński, 2012]. Niestety, te rozwiązania kładą niewielki nacisk na analitykę i z natury są nastawione na transakcje/operacje. Istnieje więc potrzeba stosowania dodatkowych narzędzi informatycznych [Rawicz-Mańkowski, 2009].

Problemem w kształtowaniu popytu jest jego niepewność i zmienność [Pluta-Zaremba, 2002]. Zmienność zdeterminowaną czynnikami obiektywnymi (np. porami roku) można modelować i znacznie trudniej planować, gdy popyt ma charakter nieracjonalny.

Na wahania popytu wpływ mogą mieć także działania marketingowe [Ciesielski, Taberski, 2010], takie jak pobudzanie popytu na dobra z różnych segmentów rynku, realizowane w różnym czasie (podstawowe narzędzia – reklama), manipulowanie cenami (podstawowe narzędzie – systemy rabatowe, opusty i promocje cenowe) i fikcyjne różnicowanie wyrobów (różnicowanie wyrobów uzasadnione jedynie względami marketingowymi).

Synchronizacja popytu z podażą w tradycyjnym łańcuchu dostaw jest coraz trudniejsza, coraz większe znaczenie ma rozpoznanie zmian potrzeb klientów na poszczególnych rynkach czy w kanałach sprzedaży [Rutkowski, 2008]. Produkty i usługi przechodzą przez fazy cyklu życia [Ward, 1997]. We wstępnych fazach muszą być intensywnie promowane – a więc popyt na nie wykazuje duże i szybkie wahania. Jednakże, wbrew pozorom, nie zawsze w fazie dojrzałości są one mniejsze [Ciesielski, Taberski, 2010]. Gdy sprzedaż do klientów spada, kieruje się silne instrumenty wzmacniające sprzedaż. Jeżeli działania tego typu są nagłe, niezaplanowane wcześniej czy też nie wynikają z długofalowej strategii marketingowej, ich rezultatem może być powstawanie efektu Forrestera [Pluta-Zaremba, 2002; Ciesielski, Taberski, 2010].

Coraz krótszy cykl życia, wzrastający popyt na towary o dobrej jakości wymagają przejścia do rynku rządzonego przez odbiorcę. Zmusza to podmioty rynku nie tylko do zbadania i poznania potrzeb klienta, ale także do przewidywania jego przyszłych oczekiwań tak w odniesieniu do towarów, jak i usług oraz sposobu organizacji łańcucha dostaw [Urbaniak, 1999].

Zarządzanie popytem odróżnia od prognozowania badanie popytu w części łańcucha znajdującej się jak najbliżej klienta, z uwzględnieniem zmian ilości dostępnych towarów w czasie rzeczywistym [Wheatley, 2006].

Organizacje dążą do wzbogacenia wartości oferowanych klientom przez integrację logistyki z innymi koncepcjami [Blaik, Matwiejczuk, 2009; Kwasek 2004; Rutkowski, 2008]:

- zarządzanie relacjami z klientami (Customer Relationship Management – CRM),
- reinżynieria procesów biznesowych (Business Process Reengineering – BPR),
- kompleksowe zarządzanie jakością (Total Quality Management – TQM),
- zarządzanie kategorią czasu (Time Based Management – TBM),
- efektywna obsługa klienta (Efficient Consumer Response – ECR),
- zarządzanie zapasami przez dostawcę/sprzedawcę (Vendor – Manager – Inventories – VMI),
- zarządzanie łańcuchem dostaw (Supply Chain Management – SCM),
- dokładnie na czas (Just in time – JiT),
- szybka reakcja (Quick Response – QR),
- ciągłe uzupełnianie zapasów (Continuous Replenishment – CR),
- dostawa bezpośrednio do sklepu (Direct Story Delivery – DSD),
- codzienne niższe ceny (Everyday Low Priceing – EDLP),
- zarządzanie wyszczuplające (Lean Management – LM).

Obecnie rozwiązaniem, które pozwala zapewnić faktyczną koncentrację na potrzebach klientów, jest łańcuch dostaw sterowany popytem konsumentów lub też sieć dostaw kierowana popytem (Demand Driven Supply Network – DDSN) [Rutkowski, 2008].

Wspólne dążenie do maksymalizowania globalnej wydajności całego łańcucha, zamiast tradycyjnego koncentrowania się na wydajności poszczególnych jego ogniw, prowadzi do obniżenia kosztów całkowitych systemu, poziomu zapasów i zaangażowanego kapitału, przy jednoczesnym podniesieniu wartości dla konsumentów. Nowe rozwiązania wymagają zastosowania najnowocześniejszych metod zarządzania, koncepcji logistycznych, a przede wszystkim nowych technologii informatyczno-komunikacyjnych [Rutkowski, 2008].

W zarządzaniu popytem marketing i logistykę łączy przede wszystkim dbałość o poziom obsługi i zaspokojenie potrzeb klienta [Robeson, Copacino,

1994]. Celem marketingowym jest alokacja zasobów w celu maksymalizacji zyskowności firmy w długim okresie, minimalizacja kosztu całkowitego przy docelowym poziomie obsługi klienta. W skład logistyczno-marketingowych instrumentów działania wchodzą między innymi narzędzia marketingu mix [Meffer, 1997], logistyki mix [Blaik, 2010].

Ważną rolę we wspomaganiu logistyki w tworzeniu wartości dla klientów pełni koncepcja Customer Relationship Management – CRM, której geneza sięga marketingu relacji. CRM to system, który należy rozpatrywać w trzech wymiarach [Deszczyński, 2011]: strategii obsługi rynku, wspomagających narzędzi informatyczno-komunikacyjnych pozwalających na techniczne wsparcie planowanych zamierzeń oraz zarządzanie procesem wprowadzania tego modelu biznesu w organizacji. CRM oznacza budowanie strategii biznesowej polegającej na zarządzaniu kontaktami z klientami w celu optymalizacji korzyści, co wymaga wprowadzenia filozofii i kultury zarządzania skierowanej na klienta [Wrycza, 2010]. Metodologia CRM w połączeniu z innymi narzędziami i metodami organizacji procesów biznesowych jest podstawą tworzenia modelu zarządzania przez wartość dla klienta [Kwasek, 2013] i na płaszczyźnie informatyczno-komunikacyjnej wymaga stworzenia odpowiednich narzędzi, w tym służących do komunikacji takich jak platformy internetowe.

W wymiarze wspomagających narzędzi informatycznych CRM posiada trzy systemy funkcjonalne, które należy traktować komplementarnie [Zachara, 2001; Wrycza 2010]:

– operacyjny – gromadzący dane o transakcjach, klientach (pozyskanych i potencjalnych), kontaktach z klientami, produktach, personelu firmy, konkurencji i innych dotyczących automatyzacji procesów związanych z klientem;
– analityczny – obejmujący strefę hurtowni danych i aplikacji analizujących dane pochodzące z systemów informatycznych (np. klasy Enterprise Resource Planning – ERP) pozwalających na zdobycie wiedzy służącej budowaniu długoterminowych, zyskownych relacji z klientami;
– interakcyjny – pozwala na proces komunikacji z klientami i partnerami biznesowymi.

W celu zagwarantowania i utrzymania dobrego poziomu obsługi klienta i zachowania obszernej historii kontaktów, dopełnieniem koncepcji CRM są systemy C-Commerce. Podczas fazy planowania, tworzenia i dystrybucji produktu wspólne zasoby są wykorzystywane przez partnerów handlowych.

CRM może znacząco „uzupełniać" logistykę w tworzeniu wartości dla klienta przede wszystkim poprzez stworzenie podstaw dla nawiązywania i rozwoju strategicznych, długofalowych relacji partnerskich z klientami, warunkujących jednocześnie długookresową realizację wartości dodanej dla przedsiębiorstwa [Blaik, Matwiejczuk, 2009].

Rola strategiczna CRM jako narzędzia strategii biznesowej i efektywnego zarządzania przedsiębiorstwem w warunkach nowego modelu globalnej gospodarki opartej na wiedzy oraz jako narzędzia zintegrowanej polityki marketingowej nadal są w wielu firmach niedoceniane [Kwasek, 2013].

Zarządzanie popytem można zatem określić jako spójne zarządzanie źródłami przewagi konkurencyjnej [Christopher, 2004], które stanowią zarządzanie innowacyjnością i marką, zarządzanie relacjami z klientami i skuteczny łańcuch dostaw.

2.2. Wybrane aspekty rynku energii

Przez wiele lat w sektorze energetycznym dominowały monopole państwowe i panowało przekonanie, że handel energią nie może być prowadzony na rynku konkurencyjnym, a wymaga centralnego sterowania ze względu na specyficzny charakter produktu, jakim jest energia, oraz ze względu na [Mielczarski, 2000]:

– brak możliwości magazynowania, co implikuje konieczność bieżącego zrównoważenia produkcji i zużycia (wytwarzanie, przesył i przetwarzanie energii elektrycznej odbywa się w tej samej chwili, w elementach systemu często bardzo od siebie odległych. Energia wyprodukowana w danym przedziale czasu musi być oddana do sieci i po odliczeniu strat na drodze przesyłu i rozdziału przetworzona w odbiornikach, a więc w dowolnym odcinku czasu bilans energii elektrycznej musi być zamknięty) [Wasiak, 2009],
– znaczenie zasilania energią dla gospodarki i społeczeństwa,
– stopień skomplikowania samego procesu generacji i przesyłu energii,
– wysoką kapitałochłonność inwestycji.

Przejście od modelu centralnie sterowanego do stworzenia rynku energii obejmuje ściśle powiązane ze sobą procesy: demonopolizację energetyki (podział na podsektory wytwarzania – elektrownie, przesyłu i dystrybucji oraz handlu energią), liberalizację rynku i prywatyzację energetyki. Deregulacja sektora miała więc na celu przede wszystkim [Mielczarski, 2000]:

– zmniejszenie kosztów dostarczania energii,
– poprawę efektywności ekonomicznej elektroenergetyki,
– stworzenie systemu czynników zachęcających do inwestowania w odnawialne źródła energii,
– modernizację i unowocześnienie systemu,
– stworzenie odbiorcom możliwości wyboru dostawcy energii,
– poprawę jakości zasilania,
– poprawę jakości obsługi odbiorców i zapewnienie lepszej ochrony konsumentom energii [UOKiK, 2011].

Obrót energią na rynku odbywa się poprzez zawieranie różnego rodzaju kontraktów pomiędzy producentami energii i jej odbiorcami, przy udziale pośredników [Mielczarski, 2000]. Rynek energii jest definiowany jako całokształt procesów zachodzących między wytwórcami energii a odbiorcami końcowymi z udziałem operatorów systemów sieciowych oraz pośredników umożliwiających najkorzystniejsze zaspokajanie potrzeb elektroenergetycznych odbiorców przy rozsądnych zyskach firm uczestniczących w dostawach[1]. Model rynku energii elektrycznej określa zbiór zasad handlu energią i procedur postępowania na zliberalizowanym rynku energii, zapewniających [PKEE, 2008]: minimalizację kosztu pokrycia zapotrzebowania na energię, optymalizację z punktu widzenia łącznych kosztów decyzji w zakresie rozbudowy mocy wytwórczych oraz infrastruktury przesyłowej i dystrybucyjnej jak również racjonalne uwzględnianie aktualnych warunków pracy systemu elektroenergetycznego przy podejmowaniu decyzji handlowych.

W sektorze elektroenergetycznym tradycyjny model konkurencyjnego rynku ma ograniczone zastosowanie [Pleatsikas, Teece, 2001], albowiem rynek ten cechuje stosunkowo niewielka liczba wytwórców energii (lub jej importerów) w stosunku do dużej liczby odbiorców oraz zjawisko naturalnego monopolu. Oprócz warunków stawianych każdemu rynkowi (równe prawa uczestników, swobodny dostęp i kształtowanie cen przez popyt i podaż) rynek energii musi spełniać warunki dodatkowe, wynikające z samej istoty znaczenia zasilania energią odbiorców, co implikuje konieczność stworzenia struktury z dominacją priorytetu zasilnia nad transakcjami finansowymi, zapewniającej stabilność systemu elektroenergetycznego i niezawodność dostaw [Mielczarski, 2000]. W przeciwieństwie do większości innych rynków towarowych, różne modele rynku energii, od zmonopolizowanego po konkurencyjny, nie zapewniają jednak odpowiedniej efektywności wytwarzania lub zużycia energii [Hajdrowski, 2006] i wymagają ciągłego procesu wprowadzania zmian. Rynek elektroenergetyczny jest skonstruowany na dwóch poziomach: hurtowym i detalicznym [Mielczarski, 2000].

Model rynku energii elektrycznej w Polsce należy do grupy modeli zdecentralizowanych, gdzie konkurencja odbywa się nie tylko między jego podmiotami, ale również między poszczególnymi jego segmentami i to w różnych perspektywach czasowych. Podstawowe zasady funkcjonowania rynku energii są regulowane przez prawo, w Polsce są one regulowane przez ustawę o Prawie energetycznym oraz związanymi z nią aktami wykonawczymi. Prawo energetyczne nie przewiduje szczególnych ograniczeń w kształtowaniu różnych sposobów handlu energią i zgodnie z ustawą uczestnikami rynku energii[2] w Polsce są [Sasin 2012]:

---

[1] Definicja operatora sieci przesyłowych PSE SA. Źródło: www.pse-operator.pl/index.php?dzid=81&did=40 [dostęp 01.06.2013].

[2] W opisie runku energii w Polsce wykorzystano również: *Rynek energii elektrycznej*, Materiały Agencji Rynku Energii SA na portalu CIRE.pl, http://www.rynek-energii-elektrycznej.cire.pl/st,33,318,item,27178,7,0,0,0,0,0,uczestnicy-rynku-i-formy-handlu-energia.html [dostęp 1.06.2013].

– wytwórcy energii, którymi mogą być zarówno duże elektrownie systemowe, elektrociepłownie, jak i producenci energii ze źródeł odnawialnych;

– firmy zajmujące się handlem energią (tzw. spółki obrotu), kupujące energię od wytwórców i sprzedające ją klientom finalnym. Ceny i warunki transakcji są indywidualnie ustalane pomiędzy firmą sprzedającą a kupującą energię lub wynikają z zasad jej zakupu (zakup na giełdzie energii lub za pośrednictwem internetowych platform obrotu energią). Klientom stanowiącym gospodarstwa domowe energia sprzedawana jest po cenach określonych w taryfach zatwierdzonych przez Urząd Regulacji Energetyki, stąd rynek energii w Polsce jest rynkiem częściowo regulowanym (rolą urzędów regulacyjnych jest wytworzenie równowagi pomiędzy interesami inwestorów [Hajdrowski, 2006]);

– firmy zajmujące się transportem energii: Operatorzy Systemów Dystrybucyjnych.

Z perspektywy obrotu energią elektryczną podział rynku energii przebiega w trzech podstawowych segmentach [Szczygieł, 2001; Stankiewicz, 2006]: kontraktów bilateralnych, giełdowym oraz bilansującym (określanym jako segment techniczny, obejmujący bilansowanie popytu i podaży, zakup systemowych usług regulacyjnych na zasadach konkurencyjnych oraz usuwanie ograniczeń systemowych). Z punktu widzenia przedmiotu obrotu, można wyróżnić rynki: fizyczny rynek energii elektrycznej czynnej, gdzie przedmiotem obrotu jest energia, rynek techniczny, w którym przedmiotem handlu są usługi systemowe, rynek finansowy dla kontraktów finansowych niezwiązanych bezpośrednio z dostawą energii i instrumentów pochodnych (np. ubezpieczeń), rynek praw majątkowych oraz rynek praw do emisji CO_2.

Na polskim rynku energia elektryczna może być kupowana za pośrednictwem Platformy Obrotu Energią Elektryczną.

Liberalizacja rynku energii i możliwość zakupu energii u dowolnego dostawcy oznacza, że energia jest towarem o określonych parametrach, kupowanym po określonej cenie. Jakość energii energetycznej jest rozumiana jako zespół charakterystyk napięcia zasilającego odbiorcę, takich jak: zmiana częstotliwości sieci, fluktuacje powodujące migotanie świateł, zmiany lub wyłączenia napięcia[3] [Urbański, 2004]. Jeżeli dostawca nie dotrzyma określonych paramentów, odbiorca energii może ubiegać się o bonifikatę.

Rozwój rynku energii warunkowany jest wieloma aspektami, z czego do najistotniejszych można zaliczyć [Kulesa, 2012]:

---

[3] Parametry dla zjawisk związanych z jakością i zasady ich pomiaru określają normy EN50160 i IEC-61000. Dla przeciętnego odbiorcy oznaczają one, że średnia 10-sekundowa częstotliwość sieciowa powinna wynosić 50Hz ± 1% przez 95% tygodnia, średnia 10-minutowa wartość skuteczna napięcia powinna wynosić 230V ± 10% przez 95% tygodnia, łączny czas wyłączenia energii w ciągu roku nie powinien przekroczyć 48h, natomiast jednorazowa przerwa nie może być dłuższa niż 24h [Urbański, 2004].

– zmiany uregulowań prawnych polskiego rynku energii[4] – przyjęcie spójnych, jasnych i jednoznacznych zapisów eliminujących potencjalne spory w zakresie ponoszonej odpowiedzialności i kosztów;

– zasada dostępu stron trzecich (Third Part Access – TPA) pozwalająca na zmianę dostawcy energii. Zasada ta zapewnia możliwość korzystania z sieci energetycznego przedsiębiorstwa sieciowego (Operatora Sieci Dystrybucyjnej) bez obowiązku kupowania od niego energii elektrycznej;

– zmiany cen energii elektrycznej – w 2030 r. prognozowany jest prawie dwukrotny wzrost cen energii na rynku hurtowym w stosunku do cen z roku 2009 [ARE, 2011]. Dla odbiorców końcowych energii detalicznej wpływ na cenę będzie miał również system promowania energii ze źródeł odnawialnych (wynikający z obowiązku uzyskania i przedstawienia Prezesowi URE do umorzenia świadectw pochodzenia albo uiszczenia opłaty zastępczej uzależnionej od wielkości sprzedaży energii elektrycznej przez dane przedsiębiorstwo);

– nowe uwarunkowania rynku energii elektrycznej (rola prosumenta, nowy model rynku, wdrażanie rozwiązań Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych).

2.2.1. Marketing w przedsiębiorstwach energetycznych

Brak konkurencji w monopolistycznej strukturze organizacji sektora elektroenergetycznego powodował, że dotychczasowe działania marketingowe były bardzo ograniczone. Reguły zarządzania marketingowego zaczęły pojawiać się dopiero po liberalizacji rynku w obszarach, w których pojawiły się przedsiębiorstwa konkurujące. Dalsza liberalizacja i wprowadzanie idei Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych będzie implikować wzrost liczby nowych uczestników rynku, takich jak pośrednicy handlowi, agregatorzy energii, grupy prosumentów. Podmioty te będą przejmowały rolę istniejących tradycyjnych przedsiębiorstw

[4] W Polsce Ministerstwo Gospodarki prowadzi projekt wprowadzenia trzech ustaw: Prawo energetyczne, Prawo gazowe i Ustawa o odnawialnych źródłach energii, których celem jest zastąpienie dotychczasowego Prawa energetycznego w celu dostosowania do wymagań UE i wdrożenia idei Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej. Ustawy określane są mianem trójpaku energetycznego (lub dużego trójpaku).

Zgodnie z dyrektywami UE nowelizacja prawa powinna nastąpić do marca 2011 r., a jej brak powoduje nakładanie wysokich kar przez Komisję Europejską. Aby uniknąć kar przygotowany został projekt zmian obecnie obowiązującego Prawa energetycznego, tak by wprowadzić w życie najważniejsze zmiany. Zmiany te nazywane są małym trójpakiem. Zmiany do ustawy Prawo energetyczne (małego trójpaku energetycznego) zostały uchwalone przez sejm 21 czerwca 2013 r. Poprawka zwalniająca prosumentów produkujących energię w mikroinstalacjach na własne potrzeby z konieczności prowadzenia działalności gospodarczej i uzyskiwania koncesji została odrzucona. Jeśli zmiany te nie zostaną uwzględnione w ustawie o OZE, wpłynie to negatywnie na rozwój drobnych prosumentów grupy gospodarstw domowych.

energetycznych, osłabiając ich pozycje na rynku. Przedsiębiorstwa te będą więc zmuszone do zmiany dotychczasowego podejścia do odbiorcy i zastosowania koncepcji marketingowych, których centrum zainteresowania jest właśnie odbiorca, w celu zatrzymania odpływu klientów.

Firmy obrotu energią podejmują już pewne działania marketingowe, czego dowodem może być rosnąca z roku na rok liczba odbiorców zmieniających dostawcę energii [Kulesa, 2012]. Prowadzone działania marketingowe muszą mieć charakter skoordynowany (mieć określoną misję i wizję) i opierać się na długofalowym podejściu i analizie zmian rynku, określeniu potrzeb odbiorców, zmianie systemu komunikacji oraz utworzeniu programów szybkiego reagowania na zmiany w otoczeniu odbiorcy [Szkutnik, 2008].

Energię jako produkt charakteryzuje mała elastyczność cenowa, dodatkowo ceny dla odbiorców z grupy gospodarstw domowych są regulowane, tak więc przedsiębiorstwa energetyczne nie koncentrują się już tylko na sprzedaży energii, ale wprowadzają szeroki wachlarz dodatkowych produktów i usług do oferty sprzedażowej. Kluczową rolę pracowników przedsiębiorstw energetycznych w nowych relacjach z odbiorcami podkreśla koncepcja marketingu energetycznego rozszerzającego klasyczny czteroelementowy marketing mix o sposób świadczenia usług przez personel [Malko, Wilczyński, 2006]. Wpływ na strategie marketingowe przedsiębiorstw energetycznych mają takie elementy, jak: regulacje prawne związane z obszarem rynku, rozmiar firmy, obszar działania oraz poziom konkurencji. Monopol firm energetycznych powodował, że przedsiębiorstwa te dążyły jedynie do doskonałości operacyjnej w zakresie dostaw energii, liberalizacja rynku zmusza je do różnicowania ofert sprzedaży i nawiązania bliskich relacji z odbiorcą oraz poszerzenia kanałów sprzedaży.

2.2.2. Planowanie i prognozowanie popytu na energię

Logistyka dystrybucji energii jest implikowana charakterem produktu, związana z dostarczeniem odbiorcom energii o określonych parametrach oraz koniecznością wykorzystania określonej infrastruktury przesyłowej. W Polsce przesył energii w sieciach wysokiego napięcia jest możliwy przez wykorzystanie infrastruktury należącej do jednego właściciela (Polskie Sieci Elektroenergetyczne SA). Dystrybucja energii elektrycznej to jej rozdział i przesyłanie. Taką działalnością zajmują się przedsiębiorstwa sieciowe, które posiadają koncesję na przesyłanie oraz dystrybucję energii i które dostarczają odbiorcom energię zgodnie z zawartymi umowami taryfowymi lub indywidualnie negocjowanymi cenami [Szkutnik i in., 2008]. Dystrybucja energii elektrycznej wymaga tworzenia zmodernizowanych systemów adekwatnych do struktury organizacyjnej przedsiębiorstw energetycznych i wymaga stosowania koncepcji zarządzania

takich jak Efficient Consumer Response – ECR w celu poprawy jej efektywności i jakości obsługi odbiorcy [Szkutnik, 2005]. Zasada TPA umożliwiająca zmianę odbiorcy sprawia, że istnieje konieczność tworzenia modelu optymalizującego koszty przesyłu i przydzielania odbiorców do obszarów zasilania [Szkutnik i in., 2008]. Rozwój Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej i instalowanie wielu generatorów energii ze źródeł odnawialnych powoduje, że miejsce wytwarzania energii jest coraz bliższe miejsca jej konsumpcji i potrzebne są nowe modele optymalizacji kosztów przesyłu.

Proces planowania w sektorze elektroenergetycznym rozpoczyna opracowanie prognoz zapotrzebowania na energię. W procesie prognozowania wydziela się segmenty grup użytkowników w postaci przemysłu, handlu i usług oraz gospodarstw domowych. Proces ten wymaga dokładnej analizy sytuacji mikro- i makroekonomicznej oraz czynników warunkujących jej zużycie, np. czynników meteorologicznych. Zapotrzebowanie na energię jest mierzone na płaszczyznach odbiorcy oraz przedziału czasowego [Zaręba, 2009] i charakteryzuje się różnego rodzaju sezonowością: roczną, dobową, tygodniową. Ze względu na horyzont czasowy prognozy dzielą się na długoterminowe (dotyczące głównie rynku hurtowego energii), średnioterminowe (kilkumiesięczne) i krótkoterminowe (od godziny do kilku dni). Trafna prognoza zapotrzebowania na energię zmniejsza ryzyko finansowe, pozwalając na zawieranie umów kontraktowych dwustronnych lub transakcji giełdowych i ograniczanie transakcji na rynku bilansującym [Abras, Adamowicz, 2003].

Prognozowanie popytu jest jedną z głównych dziedzin badawczych w obszarze elektroenergetyki [Bansal, Pandey, 2005]. W procesie prognozowania wykorzystywane są złożone algorytmy obliczeniowe i narzędzia sztucznej inteligencji w celu uzyskania jak najskuteczniejszych wyników [Bartkiewicz i in., 1998; Gontar, 1998; Bartkiewicz, 2000; Bartkiewicz i in., 2000; Gontar, Hatziargyriou, 2001].

Kształtowanie popytu na energię pozwala na sprzedaż energii po cenach niższych niż konkurencja dzięki redukcji popytu w okresie najwyższych cen na rynku bieżącym. W promocji określonych programów zarządzania popytem, zwłaszcza dotyczących obniżania czasowego lub trwałego zapotrzebowania na energię, pełni rolę marketing.

Wykorzystanie koncepcji zarządzania popytem na energię (Demand Side Management – DSM[5]) jest rodzajem działań marketingowych optymalizujących sprzedaż energii względem cen hurtowych [Dabur i in., 2012]. Stosowanie opcji zarządzania popytem na moc (programy reakcji strony popytowej) oraz moc i energię (programy DSM) prowadzi do wyrównywania obciążenia nie tylko w okresach krótkich, ale również w dłuższych sezonach [Lipko i in., 2010].

---

[5] W sektorze energetyki i w literaturze tego zakresu używany jest skrót nazwy angielskiej, nie polskiej, tak więc w pracy przyjęto skrót DSM.

Zarządzanie popytem na energię wymaga nawiązania bliższej relacji z odbiorcami i dostosowania oferty produktowej bezpośrednio do ich potrzeb, co jest elementem marketingu partnerskiego [Ryś, 2005] i przyczynia się jednocześnie do poprawy pozycji rynkowej dostawcy oraz zaangażowania odbiorcy w programy DSM.

2.3. Istota zarządzania popytem na energię

Koncepcja zarządzania popytem na energię DSM pojawiła się w energetyce w latach siedemdziesiątych ubiegłego stulecia podczas restrukturyzacji sektora energetycznego poprzez wprowadzenie do niego elementów rynkowych [PSE, 2009a]. Stosowanie mechanizmów DSM ma na celu osiągnięcie dwóch podstawowych celów: efektywnego korzystania z energii, najczęściej poprzez zmniejszenie jej zużycia, oraz wpływanie na kształt krzywej obciążeń poprzez zmniejszenie lub przeniesienie zużycia energii z okresu o wysokim zapotrzebowaniu na okresy o niższym zapotrzebowaniu [Ryś, 2005]. W energetyce mechanizmy te mogą być stosowane ze względu na unikalność produktu, jaką jest brak dużych możliwości magazynowania oraz zmienność zapotrzebowania na energię w różnych okresach – zarówno w czasie doby, jak i w dłuższych okresach (tygodniach, miesiącach, sezonach). W sektorze energetycznym przyjęte jest też określenie „sterowanie popytem na energię", wynikające prawdopodobnie ze stosowania tego pojęcia w okresie obowiązywania centralnie sterowanego rynku energii, w którym sterowano obciążeniem głównie poprzez system stopni zasilania.

Zarządzanie popytem na energię jest elementem całego planowania rozwoju elektroenergetycznego zgodnie z koncepcją lokalnie zintegrowanego planowania zasobów, zakładającą dwustopniową procedurę oceny zapotrzebowania na energię, oraz koncepcją zintegrowanego planowania zasobów, zakładającą dostarczanie energii po najmniejszych kosztach społecznych [Rasolomampionona i in., 2010; PSE, 2009a].

DSM to narzędzie, które pozwala dostawcy energii na sterowanie zapotrzebowaniem klientów prowadzące do oszczędności energii. Zamiast budowy nowych źródeł mocy w celu zaspokojenia wciąż rosnącego popytu, dostawcy energii mogą zachęcać swoich odbiorców do redukcji wykorzystania energii.

Jako mechanizmy DSM określa się inicjatywy, które mają na celu pokonywanie określonych barier (np. politycznych) i pozwalają na osiągnięcie celów polityki energetycznej. Mechanizmy kierowane są do organizacji, które opracowują i wdrażają odpowiednie programy. Jako programy DSM określa się 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].

DSM nie jest pojęciem nowym. Do tej pory stosowany był w postaci oferty specjalnych programów taryf, subsydiowania urządzeń o wysokiej sprawności, finansowania programów efektywnego wykorzystania energii, głównie w celu obniżenia kosztów oraz zmniejszenia skutków krytycznych operacji sieci. Tradycyjnie programy zarządzania popytem na energię odnosiły się do programów redukcji zapotrzebowania w godzinach szczytu i dotyczyły raczej klientów przemysłowych oraz handlowych. Odbiorcy z gospodarstw domowych mogli również wybierać systemy dwutaryfowe, pozwalające na korzystanie z tańszej energii w określonych porach dnia. Były to systemy, w których godziny obowiązywania danych taryf były stałe.

Całościowe cele zarządzania popytem na energię można podzielić na trzy grupy czynników wspierających osiąganie potencjalnych efektów [Aghaei, Alizadeh, 2013]:

– **Sterowane czynnikami ekonomicznymi i rynkowymi** – celem jest redukcja ogólnych kosztów dostarczania energii, zmniejszenie kosztów utrzymywania koniecznych rezerw mocy, ograniczenie wahania cen w kategorii reakcji popytu na warunki rynkowe;

– **Sterowane czynnikami środowiskowymi** – prowadzenie działań w zakresie ochrony środowiska i działań społecznych prowadzących do zwiększenia efektywności energetycznej i zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych;

– **Sterowane czynnikami związanymi ze stabilnością pracy sieci elektroenergetycznej** – zapewnienie niezawodności pracy systemu poprzez zmniejszenie popytu w określonych, zwykle krótkich, przedziałach czasowych i zredukowanie konieczności dodatkowej generacji i przesyłu energii.

Do podstawowych instrumentów stosowanych w zarządzaniu popytem na energię należą:

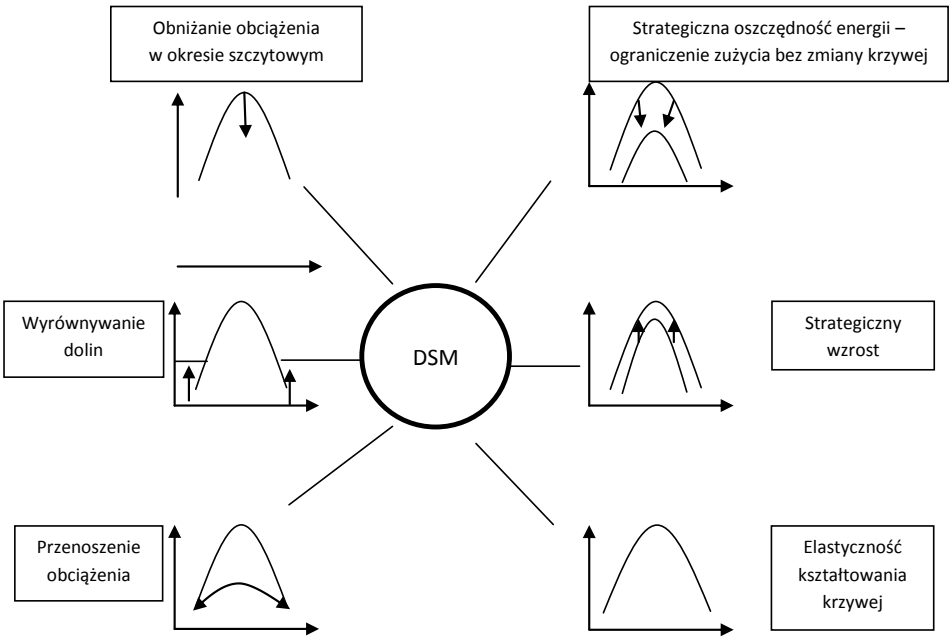
– **zarządzanie krzywą obciążenia (Load Management – LM)** – koncentracja na obniżeniu zapotrzebowania na energię w określonych okresach szczytowych i/lub przeniesienie go na inne okresy; programy te wykorzystują technologie komunikacji i kontroli określonych urządzeń;

– **programy poprawy efektywności energetycznej (Energy Efficiency – EE)** – długookresowe obniżenie zużycia energii w całym okresie poprzez korzystanie z urządzeń energooszczędnych;

– **programy oszczędności energii (Energy Conservation – EC)** poprzez promocję zachowań proenergetycznych wywołujących redukcję korzystania z energii (np. wyłączanie zbędnego oświetlenia);

– **reakcja strony popytowej (Demand Side Response – DSR)** – aktywne działania odbiorców zmierzające do ograniczania zużycia energii w odpowiedzi na sygnał dostawcy energii.

Zarządzanie krzywą obciążenia jest związane z osiągnięciem sześciu głównych celów związanych z kształtowaniem krzywej obciążenia (rys. 2.1) [Quereshi i in., 2011]: obniżanie obciążenia w okresie szczytowym, wyrównywanie dolin (niskich okresów obciążenia), przenoszenie obciążenia, strategiczna oszczędność energii, strategiczny wzrost obciążenia, elastyczność kształtowania krzywej.



Rys. 2.1. Kategorie DSM
Źródło: [Quereshi i in., 2011]

Klasyczne programy DSM straciły nieco na znaczeniu po wprowadzeniu konkurencji dostawców na rynku energetycznym, ale pojawiły się nowe rozwiązania związane z rozwojem tego rynku i sieci inteligentnych. Natomiast deregulacja na rynku energii doprowadziła do rozdzielenia systemu elektroenergetycznego na trzy oddzielne obszary: produkcję, dystrybucję i generację. Wprowadzenie konkurencji dla dystrybutorów energii powoduje, że muszą oni szukać innowacyjnych rozwiązań w celu osiągnięcia poprawy efektywności kosztowej. Uwzględniając powyższe, do podstawowych wymagań koncepcji ISE można zaliczyć:

– adaptację nowych rozwiązań DSM poprzez wdrażanie i integrację rozwiązań DSR,

– wdrażanie rozwiązań pozwalających na instalację podlegających kontroli popytu generatorów energii ze źródeł odnawialnych,

– wdrażanie inteligentnych technologii w celu opomiarowania, lepszej komunikacji w kontekście automatyzacji dystrybucji i statusu pracy sieci.

Zakładana zmiana zarządzania popytem na energię w inteligentnych sieciach to sposób kontroli i zarządzania przepływem energii, który pozwala na sterowanie w czasie niemal rzeczywistym indywidualnymi poborami użytkowników przez cały czas. Z punktu widzenia przewidywanego rozproszenia systemu, wbudowania w system wielu źródeł generacji energii ze źródeł odnawialnych oraz optymalizacji kosztów energii szczególne znaczenie mają aktywne działania odbiorców.

Reakcja strony popytowej (Demand Side Response – DSR) określana też mianem reakcji zapotrzebowania (Demand Response – DR[6]) jest pojęciem charakterystycznym dla Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej, stosowanym w celu poprawy efektywności i niezawodności pracy systemu elektroenergetycznego i oznacza dobrowolne, czasowe dostosowanie zapotrzebowania przez odbiorcę na moc (zmniejszenie poboru lub przesunięcie go w czasie) w momencie otrzymania sygnału o atrakcyjnej taryfie cenowej. Klient może reagować na taki bodziec indywidualnie lub poprzez pośrednika (np. agregatora, dostawcę usług energetycznych), któremu deleguje takie uprawnienia. DSR można określić jako podzbiór DSM. W modyfikacjach definicji DSR pojęcie „odbiorcy końcowi" coraz częściej zastępowane jest określeniem „zasoby strony popytowej" (*demand side resources*).

Pojęcie DSR jest definiowane różnorodnie przez różne instytucje [PSE, 2009a; York, Kushler, 2005]:

– jako dobrowolne, tymczasowe dostosowanie zapotrzebowania na moc przez użytkownika końcowego, zainicjowane przez sygnał cenowy wysłany od dostawcy lub na podstawie podpisanej umowy (definicja zrzeszenia operatorów europejskich ENTSO-E);

– jako reakcja konsumentów energii lub małych producentów energii na wysoki poziom cen energii (lub podobny sygnał) i jest odpowiednikiem prawa wyboru kupna (lub nie) większej bądź mniejszej ilości energii w danym momencie lub innym okresie (definicja australijskiego stowarzyszenia użytkowników energii AUAA);

– jako zmiany w zużyciu energii elektrycznej dokonywane przez użytkowników końcowych w odniesieniu do ich normalnego zużycia, w odpowiedzi na zmiany cen energii w czasie, lub też inicjatywy płatnych zachęt, których zadaniem jest skłonienie do zmniejszenia zużycia energii w czasie, gdy ceny hurtowe są wysokie lub gdy zagrożona jest niezawodność systemu (definicja amerykańskiego Departamentu Energii);

---

[6] W dalszej części pracy dla określenia reakcji strony popytowej będzie stosowany skrót DSR.

– jako zdolność strony popytowej do odpowiedzi na zmiany cen energii elektrycznej na rynku energii lub w czasie rzeczywistym (definicja Międzynarodowej Agencji Energii IEA);

– jako tymczasowe, dobrowolne dostosowanie popytu na energię elektryczną, będące odpowiedzią na sygnał cenowy lub działanie, u podstaw którego leży niezawodność systemu (definicja Nordel);

– jako odpowiedź popytu odbiorcy wywołana przez innych i zarządzanie ceną przez odbiorców końcowych (definicja Peak Load Management Alliance).

Wszystkie wymienione definicje wskazują na konieczność zaangażowania odbiorcy w działania związane z zarządzanie popytem na energię, a więc kluczowym elementem rozwoju DSR jest wdrożenie systemów informatyczno-komunikacyjnych umożliwiających reakcję na wysyłane sygnały. Obecnie najbardziej znanym odbiorcom rozwiązaniem, związanym z rozwojem ISE, jest system infrastruktury inteligentnych liczników będący podstawą nowych systemów DSR.

Oczekiwane są następujące korzyści dla środowiska płynące z zastosowania programów zarządzania popytem:

– Zmniejszenie się konieczności produkcji mocy, a tym samym redukcję gazów cieplarnianych poprzez przeniesienie zapotrzebowania z okresu szczytowego na pozostały i ogólną redukcję zapotrzebowania;

– Rozproszenie zasilania skutkujące jednocześnie mniejszym przesyłem przez linie transmisyjne i dystrybucyjne, a tym samym zmniejszenie strat;

– Podobnie w przypadku konieczności utrzymywania rezerw mocy. W tradycyjnym systemie elektrownie utrzymują generatory w stanie gotowości, w przypadku systemów DSR moc może częściowo pochodzić z redukcji zapotrzebowania oraz zainstalowanych lokalnie OZE, co prowadzi do bardziej efektywnego wykorzystania zasobów w systemie.

Podstawowymi elementami programów DSM mającymi na celu redukcję szczytów w zapotrzebowaniu na energię są: redukcja napięcia w sieci dystrybucyjnej i DSR. O ile pierwsze rozwiązanie związane jest z technicznym sterowaniem siecią, o tyle drugie uzależnione jest od reakcji klienta na proponowane programy.

Programy DSR dla gospodarstw domowych mają równie wysoki potencjał w zakresie możliwości łagodzenia krzywej popytu na energię jak programy skierowane do odbiorców przemysłowych. Ustalenie szczegółowych umów z odbiorcami indywidualnymi wymaga jednak bardziej gruntownego modelowania profilu zużycia energii niż ma to miejsce w przypadku klientów przemysłowych. Zarządzanie popytem na energię jest rozwiązaniem, które będzie się zmieniać wraz z ewolucją Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej.

Tabela 2.1. Odbiorca energii w krótko- i długofalowych scenariuszach rozwoju ISE

		Scenariusze do 2020 r.	Scenariusze po 2020 r.
Cechy systemu	System elektroenergetyczny	Scentralizowany.	System rozproszony z wieloma punktami kontroli.
	Punkty krytyczne dla stabilności systemu	Dostawa energii w okresach szczytowych.	Różnorodność i rozproszenie punktów generacji energii.
Rola systemu DSR		Zachęcenie odbiorcy do przesunięcia obciążenia z punktów szczytowych, regulacja obciążenia, redukcja zużycia energii.	Wykorzystanie energii z odnawialnych źródeł, magazynowanie energii w okresach szczytowej produkcji z OZE, utrzymywanie równowagi sieci poprzez wspomaganie systemu tradycyjnego wykorzystaniem akumulatorów pojazdów i urządzeń grzewczych.
Rola odbiorcy		Korzystanie z systemu taryf, dobrowolne (zwykle zlecane osobiście) przesunięcie okresu korzystania z energii na okresy, w których ceny są niższe.	Automatyzacja przenoszenia obciążenia, korzystanie z bardziej kompleksowych systemów taryf statycznych lub dynamicznych.
Metody osiągania celów DSR		Zaangażowanie odbiorcy w wygładzanie krzywej obciążenia poprzez wysyłanie odbiorcy sygnałów cenowych lub ilościowych z odpowiednich taryf (w tym z systemów taryf statycznych).	Zarządzanie popytem poprzez dynamiczne systemy taryf; automatyzacja odpowiedzi na wysyłane sygnały; możliwość programowania urządzeń w celu automatyzacji odpowiedzi na sygnały DSR.

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Darby, McKenna, 2012].

Krótko- i długookresowe scenariusze rozwoju systemu elektroenergetycznego muszą uwzględniać zaangażowanie odbiorcy w sytuacji, gdy system będzie stawał się coraz bardziej rozproszony, a popyt na energię i sposoby jego zaspokajania coraz mniej przewidywalne. Scenariusze krótkookresowe (zazwyczaj do roku 2020) koncentrują się na aktualnie przygotowywanych projektach rozwoju ISE, a długookresowe (po 2020 r.) na masowym, aktywnym udziale klientów w nowym zdecentralizowanym rynku energii, korzystającym z rozproszonych i odnawianych źródeł energii [Darby, McKenna, 2012] o znacznie zredukowanym poziomie emisji gazów cieplarnianych. Tabela 2.1 przedstawia zmiany, jakie są oczekiwane wśród odbiorców energii w krótko- i długofalowych scenariuszach rozwoju.

Zarządzanie popytem na energię będzie wymagało od odbiorcy coraz większego zaangażowania w działania na rynku energii. Konieczność zmian wynika nie tylko z ewolucji rynku energii, ale jest implikowana przez regulacje prawne. Przyjęcie przez UE 20 x 20 x 20, czyli m.in. poprawy efektywności energetycznej o 20% do roku 2020, spowodowało uchwalenie szeregu dyrektyw w tym zakresie oraz zwiększenie nacisku na ochronę środowiska i promowanie OZE w innych dyrektywach. Do podstawowych regulacji w zakresie wymagań efektywnego korzystania z zasobów energetycznych należą:

– Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE z dnia 25 października 2012 r. w sprawie efektywności energetycznej[7] ustanawiająca wspólne ramy działań na rzecz promowania efektywności energetycznej w UE dla osiągnięcia jej celu – wzrostu efektywności energetycznej o 20% i obligująca państwa członkowskie do podjęcia działań promujących i umożliwiających efektywne wykorzystanie energii przez małych odbiorców, w tym gospodarstwa domowe;

– Dyrektywa 2010/31/UE[8], która nakazuje zachęcanie do zakładania aktywnych systemów kontroli i monitoringu energii;

– Dyrektywa PE i Rady z 2009/72/WE[9]. Definiuje ona pojęcie efektywności energetycznej zarządzania popytem, umożliwia państwom członkowskim nałożenie na przedsiębiorstwa sektora elektroenergetycznego obowiązków użyteczności publicznej, w ogólnym interesie gospodarczym. Nakłada na państwa członkowskie obowiązek wdrażania środków umożliwiających osiągnięcie celów spójności społecznej i gospodarczej oraz ochrony środowiska (zawiera środki w zakresie efektywności energetycznej zarządzania popytem). Ponadto nakłada obowiązek promowania efektywności energetycznej poprzez optymalizację formuł cenowych i instalację urządzeń infrastruktury inteligentnego opomiarowania oraz obowiązek uwzględnienia przez operatorów dystrybucyjnych generacji rozproszonej w rozbudowie sieci. Trzeci pakiet liberalizacyjny, w którego skład wchodzi ta dyrektywa, wprowadził znaczne wzmocnienie praw odbiorcy energii.

W Polsce dokumentem regulacyjnym jest przyjęta 10 listopada 2009 r. przez Radę Ministrów Polityka energetyczna Polski do 2030 r. [*Polityka energetyczna…*, 2009]. Dokument ten zalicza do działań na rzecz poprawy efektywności energetycznej 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. Inteligentny licznik powi-

---

[7] http://www.ure.gov.pl/portal/pl/603/4940/Dyrektywa_w_sprawie_efektywnosci_energetycznej.html

[8] http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:pl:PDF

[9] http://www.ure.gov.pl/portal/pl/234/4351/Dz_U_UE_L_0921155.html

nien być urządzeniem wszechstronnym o złożonej funkcjonalności, dwukierunkowej komunikacji, pozwalającym na większą transparentność przesyłanych danych.

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 zdefiniowane są w stanowisku prezesa Urzędu Regulacji Energetyki zawartym w dokumencie „Stanowisko Prezesa URE w sprawie niezbędnych wymagań wobec wdrażanych przez OSD E inteligentnych systemów pomiarowo-rozliczeniowych z uwzględnieniem funkcji celu oraz proponowanych mechanizmów wsparcia przy postulowanym modelu rynku", opublikowanym w roku 2011, i są wykładnią dla projektów prowadzonych na rynku polskim [URE, 2011]. Dokument ten jest pierwszym z dokumentów dotyczących punktu widzenia Prezesa URE na założenia do wdrożenia w Polsce systemu zdalnego pomiaru energii elektrycznej, dla budowy ISE i dedykowany jest wszystkim odbiorcom rozproszonym w grupach G i C1X. Definiuje on odbiorcę jako jedynego dysponenta danych pomiarowych dotyczących jego poboru energii (pochodzących z obsługującego go licznika/liczników). Stanowisko prezentuje architekturę logiczną systemu, wyznaczając w niej obszar pozostający w jurysdykcji odbiorcy w sensie fizycznym, określany w tej architekturze jako strefa Infrastruktury Sieci Domowej oraz definiuje podział zadań, odpowiedzialności. Określa również minimalne wymagania w stosunku do rozwiązań w zakresie inteligentnego opomiarowania tworzonych obecnie przez OSD E [Pamuła, 2012b.] Stanowisko prezesa wyraźnie określa, że architektura systemu inteligentnego opomiarowania powinna umożliwiać wymienność technologii komunikacyjnych pomiędzy urządzeniami znajdującymi się w poszczególnych warstwach systemu. W lutym 2013 r. został opublikowany kolejny, nawiązujący do powyższego, dokument „Stanowisko Prezesa URE w sprawie niezbędnych wymagań dotyczących ram interoperacyjności współpracujących ze sobą elementów sieci Smart Grid oraz elementów sieci domowych współpracujących z siecią Smart Grid" [URE, 2013]. Dokument ten jest na etapie konsultacji.

Kolejnym istotnym dokumentem warunkującym rozwój Inteligentnych 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 [*Krajowy plan działania*, 2010].

Celem przedstawionych dokumentów jest wsparcie rozwoju Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych w Europie i w Polsce. Oczekuje się, że w Inteligentnych Sieciach Elektroenergetycznych reakcja zapotrzebowania będzie narzędziem dającym alternatywne, efektywne kosztowo rozwiązanie, w porówna-

niu do tradycyjnych systemów DSM, i przyniesie wiele korzyści zarówno ekonomicznych, jak i środowiskowych. Niemniej jednak, w konkluzji interpretacji dyrektyw trzeciego pakietu liberalizacyjnego [EC, 2010] stwierdzono, że akceptacja nowych usług przez odbiorców jest kwestią podstawową i należy wykorzystać wszystkie możliwości w celu oszacowania korzyści i wprowadzenia klienta w projekty pilotażowe oraz zarekomendowano prowadzenie akcji edukacyjnych mających na celu zaznajomienie szerokiego ogółu społeczeństwa z operacyjnymi i ekonomicznymi aspektami ISE.

2.4. Perspektywy rozwoju programów reakcji strony popytowej

Kształtowanie popytu na energię jest jednym z podstawowych elementów inteligentnych sieci elektroenergetycznych. Na potrzeby prognozowania rozwoju nowego rynku tworzone są scenariusze określające potencjalne możliwości zastosowania nowych rozwiązań technologicznych i rozwoju programów DSM. Europejski projekt ADDRESS określił cztery główne scenariusze rozwoju rozwiązań ISE i możliwości zastosowania programów DSR w Europie (tab. 2.2) zależne od takich czynników, jak:

- położenie geograficzne (klimat i warunki pogodowe),
- charakterystyka i gęstość zaludnienia,
- infrastruktura elektroenergetyczna i rynek energii,
- rozwiązania technologiczne (w tym przyłączenia użytkowników końcowych do sieci).

Tabela 2.2. Scenariusze rozwoju programów DSR w Europie

Scenariusz	**Uwarunkowania**	**Charakterystyka grupy konsumentów**	**Perspektywa rozwoju**
1	2	3	4
Miasto w Europie Południowej	Teren zurbanizowany z dużą liczbą indywidualnych gospodarstw domowych i małych przedsiębiorstw, dla których głównym elementem profilu zużycia energii jest klimatyzacja. System elektroenergetyczny oparty o tradycyjne rozwiązania z dużą ilością podłączonych farm wiatrowych.	Młodzi aktywni zawodowo. Rodziny z dziećmi. Emeryci i renciści. Znaczna liczba sklepów i punktów usługowych. Znaczne zagęszczenie klientów na niewielkich obszarach.	Znaczne zapotrzebowanie na elastyczne narzędzia do zarządzania popytem dla uczestników rynku regulowanego i wolnego. Wzrost zapotrzebowania na usługi systemowe i rynku bilansującego. Duża liczba instalacji, które mogą podlegać elastycznemu zarządzaniu, np. klimatyzatory.

1	2	3	4
Miasto w Europie Południowej	Duża liczba zainstalowanych odnawialnych źródeł energii. Funkcjonujący rynek hurtowy energii, niewielka grupa klientów indywidualnych biorących udział w sprzedaży detalicznej. Dostępna struktura inteligentnego opomiarowania. Dostępne bezpieczne usługi telekomunikacyjne i infrastruktura telekomunikacyjna.		Wysoki potencjał wykorzystania DSR, możliwość dołączania dużej liczby samochodów elektrycznych.
Tereny wiejskie na południu Europy	Prognozowane braki dostaw energii, likwidacja olejowych i węglowych elektrowni, konieczność importu energii. Zapotrzebowanie na energię z tytułu użytkowania systemów nawadniających oraz obsługi gospodarstwa. Duży potencjał dla rozwoju rozproszonych źródeł energii. Odbiorcy dołączani do napowietrznej sieci dystrybucyjnej.	Gospodarstwa rolnicze, gospodarstwa domowe pogrupowane w wioski. Niewielka liczba sklepów i punktów usługowych. Duże rozproszenie.	Zapotrzebowanie na elastyczne programy DSR dla uczestników rynku regulowanego i wolnego, np. poprzez możliwość zmniejszania marż na poziomie hurtowym rynku energii elektrycznej, poza okresem szczytowego zapotrzebowania. Czynnikiem hamującym rozwój może być duża sezonowość zużycia energii w rolnictwie. Agregatorzy mogą nie wykazywać zainteresowania tego typu klientami. Dostawcy energii powinni prowadzić specjalne działania promujące współpracę agregatora i związanych z nim klientów w dłuższych okresach czasowych, pozwalających na inwestycje.
Wioski i tereny podmiejskie na północy Europy	Zapotrzebowanie na energię z tytułu wykorzystania urządzeń domowych, w tym urządzeń do ogrzewania pomieszczeń i wody (na gaz lub z centralnego systemu ciepłownictwa). Instalacje pomp cieplnych.	Duża liczba gospodarstw domowych i niewielka liczba komercyjnych rozmieszczona na dość szerokim obszarze. Grupa konsumentów złożona głównie z rodzin z dziećmi oraz rodzin, w których	Mały potencjał rozwoju DSR, ze względu na dotychczasową politykę i istniejącą elastyczność. Ogrzewanie w większości z systemu centralnego, średnia gęstość zaludnienia. Możliwość tworzenia infrastruktury dla dołączenia elektrycznych pojazdów.

Tabela 2.2 (cd.)

1	2	3	4
Wioski i tereny podmiejskie na północy Europy	Większość mocy w systemie elektroenergetycznym pochodzi z elektrowni wodnych i importu energii z krajów sąsiednich. Konsumenci zaznajomieni z rynkiem energii potrafią dokonywać operacji zakupu energii. Odbiorcy zasilani poprzez podziemną sieć dystrybucyjną. Mała częstotliwość przeciążenia sieci, występują okresy bardzo niskiego popytu.	dzieci już założyły własne gospodarstwa. Konsumenci wrażliwi na ochronę środowiska, dobrze wykształceni.	
Osiedla wysokich budynków	Zapotrzebowanie na energię do ogrzewania zimą i klimatyzacji latem. Krajowy system elektroenergetyczny zdominowany przez duże elektrownie termowęglowe i nuklearne. Dobrze zdefiniowany rynek hurtowy i połączenia transgraniczne. Podziemna sieć dystrybucyjna, częste przeciążenia sieci.	Duża liczba gospodarstw domowych w dużych budynkach mieszkalnych, znaczna liczba odbiorców komercyjnych. Znaczne zróżnicowanie: rodziny z dziećmi, emeryci, osoby samotne, sklepy, biura, punkty usługowe, szkoły, miejsca rozrywki. W większości konsumenci obsługiwani przez dostawcę oferującego jedną stałą taryfę energii. Wprowadzone elementy rynkowe, np. wyboru dostawcy energii. Niewielkie zainteresowanie klientów zmianami na rynku energii.	Konieczność tworzenia nowych inicjatyw na poziomie krajowym. Duża liczba nowych projektów instalacji odnawialnych źródeł energii i tworzenia budynków pasywnych. Możliwość wykorzystania przez dużych dystrybutorów usług DSR jako obowiązkowych usług systemowych. Duży potencjał wykorzystania dla programów DSR. Duże zagęszczenie klientów, znaczna liczba urządzeń typu klimatyzatory lub urządzenia grzewcze. Możliwość tworzenia grup wspólnie zarządzających produkowaną i wykorzystywaną energią.

Źródło: opracowanie własne na podstawie materiałów projektu ADDRESS [Bouffard i in., 2010].

Scenariusze te charakteryzują określone grupy konsumentów i analizują możliwości rozwoju określonych programów zarządzania popytem. W przypadku Polski, jako kraju o umiarkowanym klimacie i zróżnicowanej gęstości zaludnienia, w różnych obszarach w proponowanych programach DSM można adaptować wymienione scenariusze. W miastach Polski istnieją duże osiedla wysokich budynków, zamieszkane przez zróżnicowane grupy odbiorców. Tereny wiejskie zbliżone są charakterystyką do przedmieść miast. Klimat wymaga stosowania ogrzewania zimą, a coraz częściej stosowane są systemy chłodzenia latem. Obecna sieć elektroenergetyczna jest zdominowana przez duże termowęglowe kopalnie, ponadto są plany budowy elektrowni atomowej. W gospodarstwach domowych typu dom wolnostojący występuje ogrzewanie typu lokalnego (por. rozdz. 3.4). Znajomość tematyki „zielonej" energii i możliwości sterowania zużyciem energii oraz inwestowania w technologie produkcji i tworzenia ze źródeł odnawialnych jest coraz większa. Stworzenie systemu promocji działań zarządzania popytem na energię i masowe przejście na zasilanie energią ze źródeł odnawialnych mogłoby pozwolić na uniknięcie scenariusza budowy elektrowni atomowej, której duża część społeczeństwa jest niechętna.

2.5. Sterowanie urządzeniami w gospodarstwie domowym jako element wspierający zarządzanie popytem na energię

Sterowanie popytem na energię w gospodarstwach domowych wymaga określenia, do jakiego stopnia urządzenia mogą być sterowane automatycznie [Wood, Newborough, 2007]. Przesunięcie w czasie wykonania określonych czynności może być odłożone na późniejszy okres (np. pranie), inne mogą być przesuwane w krótkim czasie – w zakresie minut (np. gotowanie wody na herbatę). Odbiorcy niechętnie zmieniają swoje preferencje związane z jedzeniem i gotowaniem, tak więc stosowane w programach reakcji strony popytowej bodźce muszą być bardzo silne, aby przekonać ich do przesunięcia w czasie wykorzystanie urządzeń zasilanych energią (co jednocześnie oznacza konieczność bardzo szybkiej komunikacji z odbiorcą w celu przekazania sygnału programu i odpowiedzi na niego).

Podgrzewanie wody, ogrzewanie, klimatyzacja czy chłodzenie pomieszczeń to czynności, które mogą być przełożone w średnim przedziale czasu, tj. od 20 minut do kilku godzin, a ich system przełączania może być automatyczny lub ręczny. Wpływ pracy tych urządzeń na komfort życia mieszkańców zależy od charakterystyki cieplnej budynku, zbiornika wody czy chłodziarki. Przeniesienie w czasie korzystania z urządzeń, takich jak zmywarki i pralki, można również zaklasyfikować do tego przedziału, ale w przypadku mieszkań w budynkach wielorodzinnych, o niskim współczynniku dźwiękochłonności nie można takich

urządzeń włączać w godzinach nocnych. W krajach, w których okresowo panuje chłodny klimat, duże znaczenie dla ogólnej redukcji popytu ma zainstalowanie potencjalnych akumulatorów.

Największy udział w zużyciu energii gospodarstw domowych mają chłodziarki i zamrażarki oraz oświetlenie. Dezagregacja danych na poszczególne urządzenia jest istotna przy tworzeniu profili odbiorców i odpowiedniego kierowania programów efektywności energetycznej i zarządzania popytem. Strukturę zużycia energii w gospodarstwach domowych, w Europie i w Polsce, przedstawiono w tabeli 2.3.

Oczekiwany efekt oszczędności energii w gospodarstwach domowych typu dom wolnostojący i mieszkanie w bloku nie jest jednakowy. W przypadku mieszkań w blokach wielorodzinnych oszczędności nie będą zbyt wielkie (średniorocznie na mieszkanie w krajach Europy to około 300 kWh), jako że większość tego typu budynków jest zasilana centralnie w ciepłą wodę i ogrzewanie). Niemniej jednak skala związana z liczbą takich mieszkań predysponuje je do programów efektywności energetycznej i programów reakcji strony popytowej w zakresie przesunięcia obciążenia. Szacowane średnie oszczędności indywidualnych mieszkań w Europie wynoszą średnio około 50 euro rocznie (od około 100 euro w Danii, do poniżej 10 euro w Grecji [Papagiannis i in., 2008]).

Tabela 2.3. Struktura wykorzystania energii elektrycznej przez urządzenia gospodarstwa domowego w Europie

Urządzenia	**% konsumpcji w Europie 2004 r.**	**% konsumpcji w Polsce**
Chłodziarki, zamrażarki	21	25,7
Oświetlenie	13	18,7, w tym drobny sprzęt AGD
Pralki	9	8,4
Sprzęt elektroniczny (TV DVD)	8	11,6
Ogrzewanie, klimatyzacja	7	4,7 (głównie piece akumulacyjne)
Gotowanie	6	18 + 1,8 kuchnie mikrofalowe + 4,9 czajniki elektryczne
Podgrzewanie wody	5	3,6
Zmywarki	3	0,4
Inne urządzenia	28	2,2 komputery

Źródło: [Papagiannis i in., 2008; WWF, 2006].

Szacunkowe dane dotyczące zainstalowanych inteligentnych liczników i umożliwienia odbiorcom monitorowania zużycia wskazują, że w Polsce oszczędności będą na poziomie 2%. Jeśli odbiorca indywidualny płaci około 500–800 zł rocznie za energię elektryczną (bez kosztów dostawy), to oszczędności te wyniosą około 10–13 zł rocznie. Uzasadnianie to może budzić wątpliwości co do celu instalacji elektronicznego licznika (okres eksploatacji takiego urządzenia

to około 8 lat) i ponoszenia jego kosztów (ponad 400 zł) [Mielczarski, 2012–2013], zwłaszcza że pewne rozwiązania DSM mogą być stosowane bez wykorzystania tych urządzeń.

Na rynku pojawiają się też rozwiązania technologiczne w postaci urządzeń pośrednich, pozwalających na sterowanie sprzętem domowym. Należy jednak zauważyć, że instalacja licznika daje odbiorcy wartość dodaną w postaci kontroli zużycia energii, a w przyszłości możliwości sterowania urządzeniami (o ile będą to urządzenia wielofunkcyjne, pozwalające na zdalne sterowanie).

Systemy zarządzania zużyciem energii (Energy Consumption Management Systems – ECMS) to zintegrowany system, którego celem jest minimalizacja konsumpcji energii. Zarządzanie zużyciem energii w gospodarstwie domowym może być rozpatrywane jako problem planowania zadań w warunkach limitowanej przez dostawcę ilości dostarczanej energii. Może on być rozważany z punktu widzenia maksymalizacji komfortu odbiorcy w zakresie zmiany temperatury otoczenia przy jednoczesnej minimalizacji kosztów energii. Wymaga od użytkownika ustalenia list używanych urządzeń wraz z określeniem priorytetów ich wykorzystania.

2.6. Systemy automatyki urządzeń i diagnostyki awarii sprzętu jako element wspierający zarządzanie popytem na energię

Aby sterować poborem energii, użytkownik musi posiadać w gospodarstwie domowym urządzenia, które poddają się sterowaniu zdalnemu. Tego typu urządzenia można podzielić na dwie główne kategorie:

– urządzenia, których wyłączenie może stanowić dyskomfort dla użytkownika (np. klimatyzatory),

– urządzenia, których sterowania użytkownik praktycznie nie zauważa (np. ładowanie baterii urządzeń, ładowanie elektrycznego pojazdu nocą).

Urządzenia, które mogą podlegać sterowaniu, powinny mieć określone właściwości:

– możliwość określenia zapotrzebowania na energię urządzenia na pewien okres, np. dzień lub tydzień,

– konieczność zasilania tylko w pewnych fragmentach znanego okresu,

– czas, w którym urządzenie jest zasilane, nie jest istotny dla klienta (może nawet nie zauważać tego procesu).

Zużycie energii przez każdego indywidualnego użytkownika charakteryzuje się pewnymi parametrami wynikającymi z posiadanych urządzeń oraz sposobami korzystania z nich. Parametry te określają minimalne i maksymalne zapotrzebowanie na moc (np. liczba i czas urządzeń, którymi można sterować) oraz właściwości związane ze sterowalnością. Profile indywidualne mogą być łączone w grupy o różnym zasięgu terytorialnym, np. osiedle, miasto, osada, zgodnie

ze zdolnością reagowania na DSR. Pozwala to dostawcy energii na sterowanie zapotrzebowaniem klientów i prowadzi do oszczędności energii. Zamiast budowania nowych źródeł mocy w celu zaspokojenia wciąż rosnącego popytu, dostawcy mogą zachęcać swoich odbiorców do redukcji wykorzystania energii.

W przypadku gdy ceny w dynamicznych taryfach będą zmieniały się w odstępach godzinowych lub krótszych, lub gdy reakcja na programy DSR będzie czynnikiem krytycznym utrzymania stabilności pracy sieci, niezbędny jest system automatyzacji zarządzania urządzeniami użytkownika. System taki może polegać na instalacji zdalnych urządzeń i programatorów sterujących urządzeniami w zależności od sygnału cenowego wysyłanego przez dystrybutora. Zastosowanie systemu automatyzacji napotyka na bariery wywoływane przez następujące czynniki:

- wysoką cenę dostępnej technologii,
- ograniczenie kontroli użytkownika nad sprzętem,
- ograniczenie świadomości użytkownika w zakresie zachowań związanych z korzystaniem z energii, co może prowadzić do nieplanowanej konsumpcji energii[10].

Systemy automatyki mogą również pozwalać na wykrywanie awarii sprzętu. Nie ma ściśle określonej jednej metody na wykrywanie tego typu zdarzeń w gospodarstwie domowym, aczkolwiek można zauważyć, że uszkodzony sprzęt na ogół prowadzi do zwiększonego zużycia energii [Pratt i in., 2010]. Uszkodzony sprzęt zwykle wymaga naprawy serwisowej, ale zdarza się też, że taki sprzęt pracuje w przypadku niewielkich uszkodzeń. Funkcjonalność dwukierunkowej komunikacji w ISE pozwoli klientom oraz dostawcom na stosowanie testów porównawczych działania sprzętu z wartościami nominalnymi określonymi przez producenta. W przypadku stwierdzenia dużych odchyleń sprzęt taki może być zdalnie wyłączony lub w niektórych przypadkach naprawiony (np. poprzez włączenie określonych procedur czyszczenia skraplaczy w lodówkach i klimatyzatorach).

Inteligentne urządzenia dla przyszłej Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej projektowane są z myślą o sterowaniu w programach DSM, a zwłaszcza DSR. Niemniej jednak dzięki możliwości komunikacji i programowania mogą one stać się również źródłem oszczędności energii poprzez [Gilbert i in., 2010]:

- stałe zmniejszenie wykorzystania sprzętu, który może być przeprogramowany i automatyzowany poprzez Infrastrukturę Sieci Domowej (ISD). Optymalne ustawienia urządzeń, takich jak klimatyzatory czy urządzenia grzewcze, mogą być zmieniane odpowiednio w okresach użytkowania, np. inaczej w trybie nocnym i dziennym;
- okresowe zmniejszenie zużycia energii przez urządzenia jako efekt odpowiedzi na sygnał programu DSR. Przykładem takiej oszczędności może być redukcja oświetlenia lub wyłączenie niektórych urządzeń elektronicznych (po-

[10] Wyniki przeprowadzonych testów na instalacjach pilotażowych wskazują na konieczność przetestowania takich rozwiązań przed wprowadzeniem do użytkowania na masową skalę.

nieważ ich wyłączenie w określonym momencie nie wymaga kompensacji i zużycia energii w innym czasie, jak ma to miejsce np. w przypadku zmywarki czy pralki, gdzie zużycie jest jedynie przeniesione w czasie);

– rozwiązania techniczne związane z optymalizacją napięcia (stosowane przez dystrybutorów i operatora sieciowego).

Zaawansowana kontrola napięcia poprzez wykorzystanie możliwości monitorujących i komunikacyjnych Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej pozwala na optymalizację napięcia na poziomie gospodarstwa domowego, co z kolei spowoduje redukcję strat pomiędzy punktem przyłączenia a użytkownikiem końcowym. Badania pilotażowe prowadzone przez Pacific Northwest wykazały, że zmiana o 1% w napięciu w liniach sieci dystrybucyjnej spowodowała zmiany w konsumpcji energii na poziomie od 0,25% do 1,3% [Schwartz, 2010].

Do urządzeń i systemów domowych, które mogą być wykorzystane najefektywniej do zarządzania zużyciem energii w przypadku stosowania mechanizmów ISE, zaliczone zostały [Gilbert i in., 2010]:

– w zakresie zmian zachowań konsumenta – klimatyzatory, urządzenia grzewcze, oświetlenie, podgrzewacze wody;

– w zakresie programów DSM i programów mierzenia ich efektywności – klimatyzatory, urządzenia grzewcze, podgrzewacze wody, lodówki, pompy basenowe i systemy termoizolacji budynków;

– w zakresie systemów automatyki urządzeń i diagnostyki awarii sprzętu – klimatyzatory, urządzenia grzewcze;

– w zakresie zaawansowanych metod sterowania i kontroli sprzętu dla EE – oświetlenie, sprzęt TV i sprzęt komputerowy.

Wyposażenie domów i mieszkań w systemy automatycznego zarządzania mieszkaniem i budynkiem oraz w urządzenia zawierające elementy pozwalające na ich sterowanie będzie rosło wraz z rozwojem technologii i większą dostępnością cenową, predysponując tym samym coraz więcej gospodarstw domowych do udziału w programach DSR.

2.7. Potencjał gospodarstw domowych w zakresie zarządzania popytem na energię i optymalizowania efektywności energetycznej

2.7.1. Szacowanie popytu na energię elektryczną w gospodarstwach domowych

Energia elektryczna jest drugim – po gazie ziemnym – nośnikiem energii w krajach UE (24% w UE-27 i 26% w UE-15, w Polsce – 13%) [Bertoldi i in., 2013]. Zużycie energii w gospodarstwach domowych stanowiło około 27% kra-

jowej podaży energii. Udział energii ze źródeł odnawialnych w krajowym zużyciu energii w sektorze gospodarstw domowych w UE-27 wynosił 12%, UE-15 – 10%, w Polsce zaś – 13% [GUS, 2012b].

Według danych GUS z roku 2009 – opublikowanych w roku 2012 – w Polsce było 13,3 mln gospodarstw domowych, w tym gospodarstwa jednoosobowe stanowiły 23,7%, dwuosobowe – 23%, a ponad 5-osobowe – 6,4%. Większość gospodarstw domowych (56,2%) stanowiły mieszkania w budynkach wielorodzinnych [GUS, 2012]. Jednoosobowe gospodarstwa domowe reprezentują około 1/3 wszystkich gospodarstw domowych. Z jednej strony stanowią je osoby samotne z wyboru w wieku od 25 do 40 lat, które ze względu na niższe koszty stałe dysponują kwotą 2–3 razy wyższą niż kilkuosobowe rodziny, z drugiej – osoby starsze, zwłaszcza kobiety o niezbyt wysokich dochodach. Prognozy polskie wskazują, że wskaźnik ten wzrośnie do 32% w 2035 r. [Cesarki, 2011].

Sterowanie wykorzystaniem energii w gospodarstwach jednoosobowych jest o tyle prostsze, że nie nakładają się w nich profile zwyczajów oraz preferencje w zakresie ograniczenia i przeniesienia popytu poszczególnych członków gospodarstwa domowego. Należy zauważyć, że gospodarstwa jednoosobowe charakteryzują się wyższym zużyciem energii *per capita* niż wieloosobowe (np. w Danii zużycie energii na osobę jest prawie dwa razy wyższe w gospodarstwach jednoosobowych niż gospodarstwach trzy- czy czteroosobowych).

W badaniach nad profilami zużycia energii i podatności na programy DSM istotne jest również to, że osoba biorąca udział w programie jest jednocześnie płatnikiem rachunku, co eliminuje badanie zależności i preferencji osób podległych płatnikowi. Dodatkowo osoby takie chętniej mogą brać udział w programie, jako że zmiany rachunku zależą tylko i wyłącznie od ich decyzji. Wpływ wszystkich członków na profil zużycia energii w gospodarstwie domowym nie jest obecnie dobrze zbadany. Wieloosobowe gospodarstwa domowe mogą mieć zupełnie inny harmonogram wykorzystywania urządzeń. Badanie tego udziału będzie dokładniejsze po wyposażeniu gospodarstw domowych w urządzenia zautomatyzowane, pozwalające na dokładne śledzenie czasu pracy każdego z nich [Torriti, 2012b].

Dane i profile czasowe na temat produkcji, transmisji, dystrybucji i dostarczania energii w Europie są dostępne w różnych statystykach. Znacznie mniej danych można uzyskać na temat rozkładu w czasie konsumpcji energii. Zbudowanie krzywej popytu gospodarstw domowych na poziomie europejskim jest możliwe dzięki zastosowaniu dwóch podejść [Torriti, 2012b]:

– analizy i agregacji danych poszczególnych gospodarstw (np. danych pozyskiwanych z inteligentnych urządzeń pomiarowych), co wymaga instalacji inteligentnych urządzeń. W Europie najwyższy odsetek zainstalowanych urządzeń tego typu mają jedynie: Szwecja (98%), Włochy (93%), Finlandia (19%) i Dania (13%). Pozostałe kraje planują pełną instalację do roku 2021. Dodatko-

wo należy zauważyć, że duża część wcześniej prowadzonych instalacji nie jest wyposażona w funkcjonalności związane z programami DSM;

– wykorzystania informacji o aktywności mieszkańców gospodarstw domowych z baz europejskich systemów danych. To rozwiązanie ogranicza jednak analizę tylko do szacowania na podstawie aktywności, które są opisane. W tym przypadku pomija się szereg czynników, takich jak: warunki klimatyczne, pogodowe, systemy ogrzewania i chłodzenia, zainstalowane odnawialne źródła energii i inne. Niemniej analiza ta pozwala na wyznaczenie potencjalnych grup odbiorców wybranych programów DSM.

Jedną z metod oszacowania popytu na energię odbiorców gospodarstw jednoosobowych może być wykorzystanie bazy Harmonised European Time Use Survey – HETUS[11] [Eurostat, 2009] gromadzącej dane na temat aktywności mieszkańców [Torriti, 2012b]. Baza ta daje możliwość oszacowania, jakie programy DSM należy kierować do odbiorców, biorąc pod uwagę ich aktywność w czasie obecności w domu (np. oglądnie TV), z pominięciem sygnałów cenowych (reakcja tylko na taryfy jednorodne). Należy również zauważyć, że niektóre urządzenia są włączane przez odpowiednie programatory (np. systemy ogrzewania) w czasie nieobecności mieszkańców. Ponieważ dane w bazie dotyczą 15 krajów Europy, istnieje możliwość tworzenia profili aktywności domowych dla wybranych regionów, zbudowania ogólnego profilu europejskiego i porównania profili poszczególnych krajów. W przeprowadzonych badaniach porównano wyniki aktywności w przedziałach 10-minutowych dla jednoosobowych gospodarstw domowych, dokonując analizy we wszystkich krajach, dla których zgromadzono dane (w tym Polski). Analiza została dokonana w dwóch wariantach: podstawowym – oznaczającym zmianę w stosunku do następnego przedziału, oraz wariancie zmian w okresach szczytowych, pozwalającym ocenić elastyczność obciążenia w danych okresach, a tym samym możliwość jego przeniesienia. Okresy szczytowe dla każdego kraju zostały określone na 80 minut w ciągu doby (40 minut w czasie porannego szczytu i 40 minut w czasie wieczornego). Różnica zmian między wariantem bazowym i okresów szczytowych pozwala na określenie elastyczności obciążenia w okresach pozaszczytowych. Wyniki tych badań wskazują na różnice oraz podobieństwa w aktywnościach jednoosobowych gospodarstw domowych, w tych samych okresach doby (np. około godziny 20.00 mieszkańcy krajów Europy północnej – Norwegii, Estonii – głównie spędzają tzw. czas wolny, podczas gdy we Francji i Bułgarii spożywają posiłek. Niemniej jednak jest to okres, w którym większość osób ogląda TV lub filmy video) [Torriti, 2012b].

Połączeniem danych z bazy HETUS, danych na temat średniego zużycia energii przez sprzęt TV oraz danych na temat populacji osób w kraju określono

---

[11] Baza danych statystycznych gromadząca czynności rejestrowane w odstępach 10-minutowych.

krzywą popytu na energię związaną z aktywnością dotyczącą oglądania TV i filmów, przy czym najistotniejsze z punktu widzenia programów DSM są okresy szczytowe [Torriti, 2012b].

Zgodnie z wnioskami z badania programy DSM, w których przewiduje się znaczny udział urządzeń sterowanych zdalnie, mogą być wykorzystane w krajach (grupach mieszkańców) o wysokim wskaźniku zmian aktywności w okresach szczytowych. Inteligentne sterowanie urządzeniami gospodarstwa jednoosobowego może mieć znaczny wpływ na sterowanie obciążeniem, zwłaszcza dla okresów szczytowych w przypadku nieobecności gospodarza w mieszkaniu. W krajach o niskim współczynniku zmienności aktywności w okresach szczytowych dobre efekty mogą przynieść programy, które wymagają, aby sterowanie urządzeniem odbywało się w sposób manualny, oraz programy bodźców finansowych (programy te wymagają reakcji na sygnał, a więc obecności w domu). Rekomendację programów DSM dla jednoosobowych gospodarstw domowych przedstawiono w tabeli 2.4.

Tabela 2.4. Rekomendacja programów DSM dla jednoosobowych gospodarstw domowych

Wskaźnik	**Rekomendowany program DSM**	**Uwagi**
Wysoki wskaźnik zmian aktywności w okresach szczytowych	Programy inteligentnego sterowania urządzeniami w gospodarstwie domowym	Wpływ na sterowanie obciążeniem, zwłaszcza okresów szczytowych, w przypadku nieobecności gospodarza w mieszkaniu
Niski wskaźnik zmienności aktywności w okresach szczytowych	Programy manualnego sterowania urządzeniami; Programy bodźców finansowych, np. Krytyczne ceny szczytowe (Critical Peak Pricing – CPP)	Wymagana obecność gospodarza domu
Niski wskaźnik zmienności aktywności w okresach poza szczytem	Dyskretne algorytmy sterowania popytem, wstępnie określające poziom konsumpcji dla poszczególnych usług	
Wysoki bazowy współczynnik zmian	Dobrowolne programy taryf TOU	

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Torriti, 2012b].

W przypadku niskiego wskaźnika zmiany aktywności w okresach poza szczytem zarekomendowane zostały dyskretne algorytmy sterowania popytem, wstępnie określające poziom konsumpcji w poszczególnych usługach. W przypadku wysokiego bazowego współczynnika zmian rekomendowane są programy taryf wielostrefowych (Time of Use – TOU) odbiorcom, którzy zadeklarują chęć udziału w programie [Torriti, 2012b].

2.7.2. Wyposażenie polskich gospodarstw domowych w urządzenia zasilane energią elektryczną

Analiza wyposażenia polskich gospodarstw domowych zaprezentowana w tym rozdziale jest przedstawiona na podstawie raportu „Zużycie energii w gospodarstwach domowych w 2009 r." opublikowanego w 2012 r. [GUS, 2012]. Według danych raportu w Polsce do ogrzewania wykorzystywane jest głównie ciepło sieciowe (40%) oraz paliwa stałe (51,1%). 40,5% gospodarstw domowych posiadało kotły dwufunkcyjne do ogrzewania i podgrzewania wody, a 29,6% – kotły jednofunkcyjne. Z ciepła sieciowego korzystają głównie mieszkańcy bloków wielorodzinnych, 60% z nich jest w ten sposób zaopatrywanych w ciepłą wodę.

W ostatniej dekadzie zużycie energii elektrycznej w przeciętnym gospodarstwie domowym w Polsce wzrosło o 40%, głównie z powodu wzrostu ilości urządzeń elektrycznych.

Energia elektryczna, jako nośnik wykorzystywany do ogrzewania, była stosowana w 6,9% gospodarstw domowych raczej jako dodatkowa, a nie podstawowa metoda grzewcza.

Urządzenia grzewcze zasilane energią elektryczną stanowiły w 2009 r. 7,8%, zaś 2,5% to grzejniki zamontowane na stałe, 0,4% to ogrzewanie podłogowe, 5% – grzejniki ruchome wykorzystywane głównie w celu dogrzewania. Tylko 0,04% gospodarstw domowych w 2009 r. wykorzystywało do ogrzewania energię słoneczną, a 0,03% pompy cieplne. Do ogrzewania wody 24% gospodarstw używało bojlera lub termy elektrycznej. W zakresie przygotowania posiłków 50,7% gospodarstw jest wyposażonych w kuchenkę mikrofalową, będącą zwykle urządzeniem dodatkowym do innego rodzaju zastosowań, 48% – kuchenkę gazowo-elektryczną i 16,3% kuchenkę elektryczną.

W urządzenia klimatyzacyjne wyposażone było 0,35% gospodarstw domowych, a w urządzenia wentylacji mechanicznej ponad 2%.

Większość gospodarstw domowych używało w celach oświetleniowych co najmniej dwóch rodzajów żarówek, z liczebną przewagą żarówek tradycyjnych (86,2%). Badania dotyczące wyposażenia gospodarstw domowych w sprzęt AGD wykazały, że 99,5% gospodarstw posiada urządzenie chłodnicze (chłodziarkę, zamrażarkę, chłodziarko-zamrażarkę), 86% pralkę automatyczną, 14% zmywarkę do naczyń, tylko 2% pralko-suszarkę lub suszarkę. Biorąc pod uwagę pozostały sprzęt wyposażenia mieszkań, wynika, że 95% z nich posiada odkurzacz, 97% odbiorniki RTV, 63% przynajmniej 1 komputer. Średni wiek sprzętu AGD w polskim gospodarstwie domowym to 7 lat.

Dodatkowo badania wykazały, że do klasy innej niż klasa energetyczna A należało w każdej grupie urządzeń mniej niż 15%, co świadczy o skłonności odbior-

ców do wyboru rozwiązań energooszczędnych i potencjalnej możliwości kształtowania pożądanych zachowań związanych z korzystaniem z energii elektrycznej.

Według raportu GUS [GUS, 2012] w licznik energii elektrycznej wyposażono 98% gospodarstw domowych.

W termostaty regulujące temperaturę w mieszkaniu i/lub w poszczególnych pomieszczeniach (współpracujące z urządzeniem grzewczym lub klimatyzacyjnym) oraz utrzymujące ją na określonym poziomie wyposażone było 8% gospodarstw domowych.

2.7.3. Struktura zużycia energii w polskich gospodarstwach domowych

Analiza struktury zużycia energii w polskich gospodarstwach domowych zaprezentowana w tym rozdziale jest przedstawiona na podstawie raportu „Zużycie energii w gospodarstwach domowych w 2009 r." opublikowanego w roku 2012 [GUS, 2012]. Według raportu średnie zużycie energii elektrycznej na 1 osobę w grupie gospodarstw posiadających wszystkie urządzenia należące do klasy A, o średniej powierzchni mieszkania około 75 m^2 i trzech osobach w gospodarstwie domowym (do takiej grupy należało 31,4% przebadanych gospodarstw domowych) było mniejsze o 7,7% w stosunku do grupy, w której urządzenia należały do innych klas (767,7 kWh do 831,8 kWh). Gospodarstwa domowe w Polsce wykorzystują energię elektryczną głównie do przygotowywania posiłków i podgrzewania wody (tab. 2.5).

Tabela 2.5. Wykorzystanie energii elektrycznej w Polsce w 2009 r.

Cel	% wykorzystujących gospodarstw domowych
Ogrzewanie pomieszczeń	6,9
Podgrzewanie wody	24,6
Przygotowanie posiłków	61,0

Źródło: [GUS, 2012].

Zaprezentowana w tabeli 2.5 struktura wykorzystywania energii elektrycznej predysponuje gospodarstwa domowe do udziału w programach DSR, ponieważ zaprezentowane aktywności odbiorców mogą być w pewnym zakresie przesuwane w czasie.

Średnie roczne zużycie energii elektrycznej wynosiło w gospodarstwach domowych 2140 kWh w mieście i 2400 kWh na wsi (w gospodarstwach rolniczych nieco więcej – 3020 kWh), średnie roczne wydatki na energię 1254 zł, a średnia cena za kWh – 0,53 zł. W prawie 30% gospodarstw zużycie energii wynosiło między 2000 kWh a 3000 kWh, w mniej niż 5% – ponad 5000 kWh.

Na podstawie wyników badań z raportu zdefiniowano „typowe” gospodarstwo domowe w mieście jako zamieszkałe w bloku ogrzewanym ciepłem z sieci (35,9% wszystkich i 55,5% populacji w mieście) oraz typowe gospodarstwo wiejskie jako zamieszkałe w domu jednorodzinnym ogrzewanym paliwami stałymi (22,6% wszystkich i 69,8% z terenów wiejskich). Średnie roczne zużycie energii elektrycznej było w grupie gospodarstw wiejskich o 16% wyższe niż średnia krajowa dla wszystkich gospodarstw domowych, co spowodowane jest większą średnią powierzchnią mieszkania, większą liczbą osób mieszkających w gospodarstwie oraz prowadzeniem działalności rolniczej.

2.7.4. Efektywność energetyczna polskich gospodarstw domowych według raportu GUS

Na podstawie raportu GUS [GUS, 2012] efektywność energetyczna gospodarstw domowych wykazywała niewielką poprawę w stosunku do poprzedniego badania wykonanego w 2002 r. Zużycie energii na mieszkanie spadło o 3,2%, a po uwzględnieniu zaobserwowanych zróżnicowanych warunków pogodowych obniżyło się o 4,9%. Przy uwzględnieniu wzrostu przeciętnej powierzchni mieszkania zużycie energii na 1 m^2 powierzchni mieszkania spadło o 6,5%, z uwzględnieniem korekty klimatycznej o 8,1%.

Rachunki za energię elektryczną płacone przez konsumentów są w Europie coraz wyższe i stanowią w poszczególnych państwach członkowskich od 7% do 17% średnich wydatków gospodarstwa domowego [KE, 2013]. Według bieżących danych Eurostatu średnio rachunek za energię, gaz i inne paliwa stanowi około 10% domowego budżetu (udział ten jest dwa razy większy niż w Niemczech i aż trzy razy większy niż w Grecji). Udział opłat tylko za energię w Polsce w 2012 r. wynosił około 4% średniego krajowego wynagrodzenia. W Polsce cena energii jest niższa od średniej ceny w Europie. Przeciętny miesięczny rachunek polskiego gospodarstwa domowego za energię wynosi około 130 zł miesięcznie [gramwzielone, 2012], w tym połowa to opłata za przesył.

Na wielkość zużycia energii ma również wpływ wiek budynków i stan ocieplenia ścian. W Polsce najwięcej jest mieszkań w budynkach wielorodzinnych, wybudowanych w latach 1961–1980 (około 36%), ponad 20% w badanym okresie pochodziło sprzed 1946 r.

Analizując dane z raportu GUS, można zauważyć spadek zużycia energii na mieszkanie. Wyposażenie gospodarstw w znaczną część sprzętu należącego do klasy A oznacza, że program efektywności energetycznej znajduje wśród odbiorców zrozumienie i zainteresowanie. Część odbiorców może być również zainteresowana uczestniczeniem w programach DSR. Istotne jest zatem określenie odpowiednich grup odbiorców, do których te programy mają być kierowane.

Wpływ na efektywność wykorzystywania energii ma szybka informacja zwrotna (por. rozdz. 1.4.2), jaką otrzymuje odbiorca. Dostęp odbiorcy do tego typu informacji jest coraz szerszy, rośnie dostęp instalowanych inteligentnych liczników, pozwalających na wyświetlanie odpowiednich danych. Dyrektywy Trzeciego Pakietu Energetycznego Parlamentu Europejskiego zobowiązują kraje członkowskie do instalacji systemów inteligentnego opomiarowania. Przewidują one, że do 2020 r. 80% odbiorców będzie wyposażonych w inteligentne liczniki. Najbliższe plany instalacji wybranych dostawców energii w Polsce przedstawia tabela 2.6.

Tabela 2.6. Plany instalacji inteligentnych liczników wybranych dostawców energii

Operator	Liczba zainstalowanych do marca 2013 r.	Planowana liczba instalacji
Energa Operator	100 000	310 000 w 2013 r. docelowo 500 000
PGE	3 400	Instalacja pilotażowa 54 000. Następne uzależnione od wyników pilotażu i przyjętych rozwiązań prawnych, plan docelowy 5,5 mln odbiorców
Tauron	40 000	Brak opublikowanych danych
Enea	1 000	Brak opublikowanych danych
Energa	30 000	100 000
RWE	600	Brak opublikowanych danych

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Gazeta Prawna, 2013.04.26] i portali internetowych dostawców energii.

Rozwiązania przyjęte w Polsce zakładają, że właścicielami elektronicznych liczników staną się operatorzy sieci, a koszty tych urządzeń będą pokrywane w taryfie przesyłowej. Dyskusyjne może być, czy jest to rozwiązanie najlepsze dla odbiorcy, który *de facto* musi ponieść koszty takiego urządzenia [Mielczarski, 2012–2013].

Istnieją także inne rozwiązania, np. podpisanie umowy z dostawcą i otrzymanie inteligentnego urządzenia za darmo lub za symboliczną opłatę, jak ma to miejsce w przypadku usług telekomunikacyjnych. Takie rozwiązanie pozwala odbiorcy na podjęcie decyzji o przejęciu ryzyka związanego z uczestniczeniem w programach ze zmiennymi w czasie stawkami za energię lub kupowaniu energii po stałej cenie, gdzie ryzyko to ponosi sprzedawca energii [Mielczarski, 2012–2013].

2.8. Pojazdy elektryczne i hybrydowe jako element zarządzania popytem na energię

Nowym silnie akcentowanym elementem infrastruktury, pełniącym rolę systemu akumulacji energii są pojazdy elektryczne i hybrydowe.

Prowadzonych jest wiele badań nad efektywnością ekonomiczną korzystania z pojazdów elektrycznych. Rezultaty jak na razie nie są jednoznaczne.

W USA wykazano, że efektywność pojazdów z małymi akumulatorami, pozwalającymi na przejechanie około 20 mil [Shiau i in., 2009] i możliwości redukcji dwutlenku węgla, kształtuje się na poziomie 40–53% [Bradley, Frank, 2009]. Podobny potencjał redukcji wykazały badania w Irlandii. Z kolei badania prowadzone przez Energy Information Administration w 2009 r. stwierdzają efektywność dopiero wtedy, gdy cena wyniesie około 6$ za galon (badania Committee on Assessment of Resource Needs for Fuel Cell and HyDSRogen Technologies w 2010 r. wskazały cenę około 4$ za galon) [Huang i in., 2011]. Użytkowanie pojazdów elektrycznych i hybrydowych okazało się znacznie bardziej efektywne w taryfach wielostrefowych z uwagi na możliwość ładowania akumulatorów w godzinach poza szczytem. Efektywne jest stosowanie osobnych liczników do ładowania pojazdów, ale stanowią one dodatkowy koszt, który mógłby być niwelowany przez programy subsydiowania [Huang i in., 2011].

Niemniej badania przeprowadzone w Kalifornii wskazują na istotną rolę systemu stosowanych taryf. Kalifornia jest stanem zamieszkałym przez około 36 mln mieszkańców, w którym technologie przyjazne dla środowiska mają wysokie poparcie, jednocześnie jest stanem, w którym ceny energii dla sektora gospodarstw domowych należą do najwyższych w USA. Obowiązujący schemat taryf na energię obejmuje poziom bazowy i dodatkowe poziomy: 1 – 130%, 2 – 200%, 3 – 300% poziomu bazowego. Poziom bazowy różni się w poszczególnych rejonach stanu. Dodatkowo mieszkańcy stanu mogą korzystać z oferty taryf wielostrefowych o zmiennych stawkach energii w ciągu dnia – trzech w okresie letnim i dwóch w zimowym. Po wprowadzeniu na rynek samochodów elektrycznych i hybrydowych Pacific Gas and Electric Company wprowadziło dla odbiorców możliwość dołączenia energii wykorzystywanej na potrzeby ładowania akumulatorów pojazdów do rachunku ogólnego za energię lub osobnego pomiaru w tym zakresie. Godziny, w których samochody mogą być ładowane, są limitowane. Wysokie ceny na energię w taryfach warstwowych, których celem – w przypadku Kalifornii – było ograniczanie zużycia i ochrona środowiska, powodują brak opłacalności korzystania z takich pojazdów. Użytkowanie pojazdów elektrycznych i hybrydowych okazało się znacznie bardziej efektywne w taryfach wielostrefowych z tytułu możliwości ładowania akumulatorów w godzinach poza szczytem. Efektywne jest stosowanie osobnych liczników dla ładowania pojazdów, ale stanowią one dodatkowy koszt, który mógłby być niwelowany przez programy subsydiowania [Huang i in., 2011].

Analizy wyników badań prowadzonych w Polsce wskazują, że efektywność ekonomiczna pojazdów elektrycznych jest obecnie mniejsza niż spalinowych (zwłaszcza nowych, z mniejszymi pojemnościami, wyposażonych w mechanizm turbodoładowania) [Mielczarski, 2013–2014]. W przypadku samochodów sprzedawanych po 2020 r. w rozporządzeniu o efektywności paliwowej UE z 2013 r. ustalono normy spalania na średnio 3,9 litra na 100 km. Cena przejazdu 100 km jest wyższa, gdyż 2/3 stanowi koszt akumulatora, który jest mniej sprawny ener-

getycznie. Dodatkowo, biorąc po uwagę emisję dwutlenku węgla podczas produkowania energii w elektrowni tradycyjnej, jego używanie powoduje znacznie większą emisję dwutlenku węgla w porównaniu z silnikami spalinowymi [Mielczarski, 2013–2014]. Należy jednak zauważyć, że efekt ten jest niwelowany, gdy samochody są ładowane w punktach zasilanych energią z odnawialnych źródeł energii.

Oprócz uwarunkowań technologicznych i ekonomicznych systemów sterowania pojazdami elektrycznymi, infrastruktury ładowania i systemów interfejsów między nimi, kluczową rolę w ich sprawnym i optymalnym działaniu pełnią zachowania klientów. Zwyczaje i przyzwyczajenia odgrywają istotną rolę zarówno w przypadku zarządzania energią domu, jak i korzystania z pojazdów (w tym przypadku istotna jest informacja o terminach i czasach podróży oraz postoju). Ze względu na perspektywę klienta niektórzy badacze [Hanel, Golz, 2011] wyróżniają pojęcia: wzorców związanych z użytkowaniem pojazdów, ich wpływu na mobilność oraz umiejętności planowania użytkowania pojazdów zgodnie z zasadami inteligentnego systemu ładowania pojazdów.

W założeniu Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych istotny jest masowy udział klientów w nowych programach DSM. Ważne jest też nakłonienie klientów do zakupu samochodów elektrycznych będących swego rodzaju mobilnymi magazynami energii. Dotychczasowe badania związane były głównie z parametrami technicznymi, takimi jak: częstotliwość ładowania, osiągana prędkość i dystans możliwy do pokonania, przy danym naładowaniu baterii. Badania dotyczące długości pokonywanej dziennie trasy przez pojazdy osobowe w Europie (badania obejmowały także Polskę) wykazują, że kierowcy kilkakrotnie wyjeżdżają w ciągu dnia w trasy, zarówno w celach służbowych, jak i prywatnych (średnia ważona dziennych tras wynosi od 2 do 3,4, przy czym najmniej podróży odbywa się w niedzielę), i przejeżdżają średnio od 40–50 km (Wielka Brytania) do 70–80 km (Polska) [Pasaoglu i in., 2012]. Taki dystans może być pokonywany obecnie przez będące w ofercie handlowej pojazdy elektryczne i hybrydowe. Niemniej jednak nie oznacza to, że kierowcy, którzy zwykle pokonują trasy krótkie, nie będą wybierali tras dłuższych.

Badanie zachowań klienta związanych z mobilnością stanowi jeden z czynników decydujących o ich roli w Inteligentnych Sieciach Elektroenergetycznych. Tylko około 50% badanych akceptuje dystans 300 km jako możliwy do pokonania przy jednym ładowaniu, około 30% klientów oczekuje dystansu od 450–1000 km. Z kolei badania przeprowadzone w Kanadzie i Kalifornii wskazują, że zachowania klienta w przypadku korzystania z nowych technologii i ich adaptacji przez rynek (np. w przypadku zakupu samochodów o napędzie elektrycznym) powodują efekt naśladownictwa i chęci posiadania rozwiązań stosowanych przez sąsiadów, przy akceptacji gorszych warunków (np. mniejszego możliwego dystansu kilometrów, wyższej ceny i gorszej gwarancji) [Axsen i in., 2009].

Przeprowadzono wiele różnych badań, które wykazują wpływ interpersonalnych relacji w proekologicznych zachowaniach konsumenckich, ale sam mechanizm takiego wpływu nie jest jeszcze dobrze rozpoznany. Przeprowadzone zostały badania wykorzystujące pięć teoretycznych perspektyw takiego wpływu: zaraza (*contagion*), zgodność (*conformity*), rozpowszechnianie (*dissemination*), tłumaczenie (*translation*) i refleksyjność (*reflexivity*) klientów nabywających hybrydowe pojazdy (które można określić jako obiekty posiadające cechy funkcjonalne, symboliczne, prywatne i społeczne) [Axsen, Kurani, 2012]. Analiza wyników badań wskazuje na powiązanie pierwszych trzech perspektyw z atrybutami dotyczącymi postrzegania funkcjonalności, symboliki i aspektów społecznych pojazdów z napędem elektrycznym, z kolei tłumaczenie i refleksyjność zapewniają opis i podstawę teoretyczną do postrzegania zarówno motywów, jak i dynamiki zmian w ocenie wartości oferty.

Z punktu widzenia omawianych perspektyw klienci wykazują większą podatność na wprowadzanie nowych prospołecznych zachowań, jeśli [Axsen, Kurani, 2012]:

– rozumieją podstawową technologię samochodów z napędem hybrydowym PHEV,
– zmieniają swój styl życia (lub zmienili, albo są w okresie przejściowym),
– znajdują wsparcie dla własnych postaw i wartości w swoich grupach (sieciach) społecznych.

Przeprowadzone badania pokazują, jak ważne jest włączenie komplementarnych perspektyw badawczych, aby lepiej zrozumieć, w jaki sposób konsumenci oceniają technologię przez pryzmat korzyści środowiskowych.

Badania psychologiczne związane z procesem zmian wskazały na zróżnicowanie indywidualne w reakcjach na zmiany w środowisku. Takie indywidualne postawy i zróżnicowanie mają również wpływ na oszacowanie i chęć korzystania z innowacyjnych technologii i produktów. Decyzje konsumentów są w tym przypadku bardziej wynikiem indywidualnych predyspozycji niż racjonalnych procesów odnoszących się do rzeczywistych zachowań użytkowników.

Efektywność inteligentnych systemów ładowania pojazdów zależy więc ściśle nie tylko od technologii[12], ale od udziału i zdolności użytkowników do przewidywania swoich podróży. Błędne oszacowania będą prowadzić do zbyt dużego lub niepełnego naładowania baterii. W tym przypadku istotne są nie tylko aspekty technologiczne, ale i psychologiczne. Niezbędne jest przeprowadzenie badań, które określiłyby stopień, w jakim przyszli użytkownicy systemu będą chcieli prognozować swoje trasy (podając czas podróży, odległość i dystans). W przypadku tras cyklicznych, np. dojazd i powrót do pracy, elementy te stają

[12] Np. specyfikacje techniczne akumulatorów pojazdów obejmują takie elementy, jak: rozmiary, czas ładowania i rozładowania, waga, okres żywotności i koszt są podstawą komercyjnego rozwoju pojazdów elektrycznych i ewentualnych korzyści społecznych.

się fragmentem profilu zużycia energii. Wyzwaniem są natomiast wyjazdy *ad hoc*. Planowanie podróży będzie całkowicie nowym elementem związanym z użytkowaniem energii i mobilnością. Dotychczasowe badania związane ze sprawdzeniem efektywności planowania mobilności wykazują, że w przypadku planowania na okres tygodnia klienci zbyt nisko szacują podróż zarówno pod względem ilości, jak i długości tras. Najmniej błędów popełniano w przypadku wyjazdów i dojazdów do pracy oraz przejazdów związanych z rozrywką czy wypoczynkiem. Największe błędy dotyczyły oszacowania wyjazdów na zakupy [Hanel, Golz, 2011]. W systemie inteligentnego zarządzania ładowaniem pojazdów (Intelligent Load Managmenet System – ILMS) istotne jest planowanie w krótszych okresach, np. jednodniowych lub nawet kilkugodzinnych. Badania testowe przeprowadzone na potrzeby ILMS na uniwersytecie w Freiburgu w Niemczech wykazały, że w krótkich okresach klienci również zbyt nisko prognozują liczbę wyjazdów, czas i dystans przejazdu [Jakobsson, 2004].

Z punktu widzenia inteligentnych sieci elektroenergetycznych samochody elektryczne i hybrydowe są pożądanym elementem, pozwalającym na zarządzanie korzystaniem z energii. Mimo wielu wysiłków na razie pojazdy elektryczne nie odnoszą jednak dużych sukcesów komercyjnych. Wprawdzie ich sprzedaż rośnie (zwłaszcza w USA, gdzie w 2012 r. zarejestrowanych było około 1,75 mln pojazdów), ale wciąż stanowią one niewielką część rynku (w USA 1,25% rynku). W 2010 r. w USA sprzedano 291 tys. pojazdów elektrycznych i hybrydowych (2,5% ogólnej sprzedaży), w Europie – 110 tys. (2,5% ogólnej sprzedaży), w Polsce w okresie 9 miesięcy 2011 r. sprzedano 740 pojazdów z napędem hybrydowym, a pojazdów elektrycznych sprzedaje się kilkadziesiąt rocznie [Krzak, 2012]. Klienci preferują i wybierają tradycyjne pojazdy, głównie ze względów cenowych. Badania przeprowadzone przez firmę Renault wykazały, że pojazdy elektryczne są uważane przez 88% badanych respondentów z Polski za element motoryzacji przyszłości. Ankietowani chętnie zakupiliby pojazdy, gdyby były oferowane z systemem dotacji (59%), ulgą podatkową (29%) lub wiązały się z ofertą bezpłatnego parkowania w mieście (15%).

2.9. Narzędzia zarządzania popytem na energię

2.9.1. Klasyfikacja programów reakcji strony popytowej

Prace nad budową modeli reakcji strony popytowej są szeroko prowadzone na całym świecie. W Europie koncentrują się one bardziej na rozwiązaniach technicznych, zaś w USA są skierowane również na rozwiązania prokonsumenckie, zachęcające klientów do szerokiego udziału w nowych programach

[Pfeifenberger, Hajos, 2011]. Programy DSR mogą by być stosowane w krótkich okresach – w zakresie mocy, lub średnich – w zakresie energii.

Klasyfikacja pierwotnie obejmowała dwie główne kategorie: programy bodźcowe i programy finansowe. W 2008 r. sklasyfikowano osiem programów, w 2010 r. – piętnaście. Nowe programy DSR generalnie są projektowane z punktu widzenia dwóch podejść [York, Kushler, 2005]:

– zapewnienia niezawodności działania systemu elektroenergetycznego – redukcji obciążenia w przypadku zagrożenia niezawodności,

– ograniczenia i reakcji na wysokie ceny rynkowe oraz zwiększenia efektywności ekonomicznej rynku hurtowego w okresach szczytowych.

Programy DSR dzielą się na dwie podstawowe kategorie [Zhang, Li, 2012; Albadi, Saadany, 2008; York, Kushler, 2005]:

– programy bodźcowe (motywacyjne) wykorzystujące system zachęt do ograniczenia zużycia energii, dodatkowo w stosunku do taryf określonych w umowie,

– programy oparte na systemie taryf czasowych – powiązane z reakcją klienta w odpowiedzi na zaproponowane ceny zakupu energii w określonych okresach, np. godzinach. System ten może się wiązać także z „karaniem" konsumenta za przekroczenie wartości określonych w umowie.

Programy bodźcowe są jednym z wymienionych podejść, można w nich wyróżnić rozwiązania klasyczne i rynkowe.

Do rozwiązań klasycznych zaliczane są [Venkatesan i in., 2012; US_D, 2006; PSE, 2009a; Zhang, Li, 2012; Albadi, Saadany, 2008; York, Kushler, 2005]:

1) Bezpośrednie sterowania odbiorem przez system (Direct Load Control – DLC) – zakłada bezpośrednie sterowanie urządzeniami zainstalowanymi w gospodarstwie klienta przez operatora systemu elektroenergetycznego. Urządzenia mogą być wyłączane lub ich cykl pracy może być przesuwany na inny okres zgodnie z ustaloną hierarchią. Dotyczy to głównie urządzeń o dużej mocy, np. klimatyzatorów, urządzeń grzewczych. Oferta ta jest kierowana do odbiorców z gospodarstw domowych i grupy małych odbiorców. Zaletą tego typu programów jest fakt, że można je oferować klientom wyposażonym w tradycyjne systemy opomiarowania. Systemy te są efektywne z punktu widzenia odciążenia systemu, ale z punktu widzenia efektywności dla klienta mają pewne wady. Ponieważ są to programy dobrowolne, w których bonus finansowy jest oferowany za redukcję dowolnej ilości energii, klienci, którzy redukują niewiele, uzyskują taki sam efekt finansowy jak ci, którzy znacznie ograniczają zużycie energii. Cele wprowadzania takich programów mogą być różne: minimalizacja obciążeń szczytowych, minimalizacja kosztów operacyjnych, maksymalizacja zysku dostawcy czy zwiększenie satysfakcji klienta. Modele te w ciągu ostatnich lat ewaluowały w dwóch kierunkach: od modeli bazujących na kosztach do modeli analizy zysków oraz od modeli optymalizacji efektów dla dystrybutora do mode-

li optymalizacji wielu kryteriów mających na uwadze zarówno dostawcę, jak i odbiorcę. Instalacja inteligentnej infrastruktury oprogramowania i infrastruktury Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej otwierają tym programom nowe pole działania. Modele tworzone dla tego środowiska optymalizują przepływ mocy przy jednoczesnej minimalizacji dyskomfortu odbiorcy;

2) Taryfy z wyłączeniem (Interruptible/Curtailable ICR Rates) – program opcji ograniczeń związanych z taryfami sprzedaży, zakładający upusty do rachunku z tytułu wyrażenia przez klienta zgody na redukcję obciążenia podczas określonych warunków systemu elektroenergetycznego (czas wyłączeń jest z góry ustalony). Przewiduje też pewien system kar za brak reakcji na sygnał o wyłączeniu. Typ oferty dedykowanej głównie dużym przemysłowym odbiorcom. Badania nad programami ICR należą do dwóch obszarów: projektowanie mechanizmów implementacji i ewaluacja wpływu na pracę operacyjną systemu elektroenergetycznego.

Do rozwiązań rynkowych należą [Venkatesan i in., 2012; US_D, 2006; PSE, 2009a; Zhang, Li, 2012; Albadi, Saadany, 2008; York, Kushler, 2005]:

1) Programy licytacji popytu (In Demand Bidding/Buy Back) – oferty strony popytowej na ograniczenie obciążenia – oferta ograniczenia poboru ze strony klienta. Typ oferty przeznaczony głównie dla dużych odbiorców przemysłowych (ale może to być również grupa mniejszych, nawet indywidualnych gospodarstw, połączona w pewien klaster). W tym wypadku odbiorca podaje cenę, za którą jest gotowy zredukować pobór. Wyróżnia się dwa typy implementacji tych programów:

a) Programy licytacji odbiorców – uczestnicy licytują bezpośrednio u operatora rynku, oferty składane są w dniu poprzedzającym i zawierają obciążenie oraz cenę. Operator podejmuje decyzję na podstawie ofert i prognoz,

b) Licytacja na podstawie cen sponsora – operator rynku oferuje odbiorcom cenę za kW lub kWh zredukowanej mocy i wysyła notyfikację zdarzenia. Odbiorca odpowiada, wysyłając informacje o ilości mocy, jaką jest w stanie zredukować na żądanie;

2) Programy przeciwawaryjnej reakcji strony popytowej (Emergency Demand Responce Programs) – mogą być zdefiniowane jako połączenie mechanizmów bezpośredniego sterowania odbiorem i taryf z wyłączeniem. Program stosowany dla okresów, gdy rezerwy systemowe mocy są małe i zagrożona jest niezawodność dostaw. Przy braku redukcji przewidywana jest określona kara zgodna z umową;

3) Programy rynku zdolności wytwórczych (In Capacity Market Programs) – oferta ograniczenia obciążenia o pewną zgłaszaną wielkość w celu polepszenia warunków pracy systemu elektroenergetycznego i tym samym zastąpienia mocy generowanej w źródłach tradycyjnych. W umowie ustalana jest liczba wezwań do redukcji, okresy godzinowe i łączna liczba godzin w danym okresie. Opłata

zależy od zgłoszonej mocy (jako opłata za uczestnictwo w programie niezależna od faktycznej redukcji) i od faktycznie wykonanej redukcji. Przewidywany jest też system kar za brak redukcji. Programy te określane są także mianem zasobów strony popytowej (Demand Side Resource). Definiowane są dwa typy rezerw (w poprzednich klasyfikacjach zaliczane do grupy programów rynku usług regulacyjnych): spinningowa (grupa zasobów zsynchronizowanych z siecią i zawsze gotowych, niemal natychmiast, do współpracy z siecią, w przypadku wystąpienia braku równowagi na rynku lub wystąpienia sytuacji awaryjnej) oraz rezerwa typu non-spinning (może być aktywowana z opóźnieniem około 10 minut) [Aghaei, Alizadeh, 2013];

4) Programy rynku usług regulacyjnych (Aniciliary Market Services) – podobne do programów licytacji popytu, z tym że oferty dotyczą usług regulacyjnych. Zgłoszona przez odbiorcę chęć redukcji obciążenia zwiększa dostępną rezerwę operacyjną. Oferty przyjęte są wyceniane po cenie rynkowej i następuje zapłata za stan gotowości, przy wykorzystaniu oferty. Opłata dokonuje się zgodnie z cenami na rynku transakcji natychmiastowych. W programach tych obecnie wyróżniane są usługi regulacyjne, w których operator systemu może regulować obciążeniem odbiorcy w odpowiedzi na sygnały cen rzeczywistych z rynku. Usługa ta jest prowadzona w sposób ciągły w ramach okresu ustalonego w umowie.

Sygnały wywołujące reakcje klienta w przedstawionych programach mogą bazować na taryfach za energię lub taryfach za usługi przesyłowe oraz dystrybucyjne i pochodzić z dowolnego fragmentu rynku [Aghaei, Alizadeh, 2013; PSE, 2009a], tj. z rynku:

- transakcji natychmiastowych,
- dnia bieżącego,
- mocy regulacyjnej,
- bilansującego,
- usług systemowych.

Do rozliczania odbiorców za pobór energii służy system taryf, którego zadaniem jest zapewnienie dostawcy dochodu pokrywającego koszty działalności bieżącej oraz przyszłych inwestycji. System taryf powinien być skonstruowany tak, by informować odbiorców o alternatywnych metodach pozyskiwania energii, kosztach oraz zachęcać do oszczędności zwłaszcza w godzinach tzw. poboru szczytowego.

Rachunek, który otrzymuje klient musi zawierać elementy przewidywane przez prawo energetyczne i zawierać wyszczególnienie opłat za[13]:

- energię czynną – ilość wykorzystanej energii razy cena obowiązująca w danej strefie czasowej (lub strefach, w zależności od podpisanej umowy),

[13] http://www.ure.gov.pl/portal/pl/9/4766/Poradnik_dla_Odbiorcow_Paliw_i_Energii.html [dostęp 20.03.2013].

– przesył energii – tzw. usługa dystrybucji, gdzie stawka sieciowa składa się z części stałej za jednostkę mocy umownej i zmiennej za jednostkę energii pobieranej z sieci w miejscu jej dostarczenia,

– opłatę abonamentową za usługi rozliczania, bilingu i odczytu danych itp., rozliczaną miesięcznie,

– za energię elektryczną bierną (w Polsce dotyczy odbiorców grup taryfowych A, B, C, zgodnie z umową),

– opłaty dodatkowe, np. kary za przekroczenie mocy.

Odbiorcom przysługują bonifikaty i upusty z tytułu niedotrzymania przez dostawcę energii standardów jakości obsługi dostawy, przerwy w dostawie energii czy zbyt niskie napięcie.

2.9.2. Taryfy cenowe w zarządzaniu popytem na energię

Dla odbiorców finalnych stosowany jest system taryf detalicznych, w którym taryfy, na podstawie uzgodnionego zbioru kryteriów, przypisują odbiorcę do określonej grupy o konkretnych cechach zużycia mocy i energii. Każda taryfa ma jednocześnie zdefiniowane właściwe zasady i stawki rozliczania. W Polsce wszystkie taryfy są zatwierdzane przez prezesa Urzędu Regulacji Energetyki (URE). Taryfa sprzedaży detalicznej musi pokrywać elementy kosztu związane z zakupem energii na rynku hurtowym, koszty dostawy oraz inne koszty dystrybutora [PSE, 2009c]. Należy zauważyć, że w niektórych przypadkach taryfy detaliczne nie odzwierciedlają faktycznych kosztów, ale są ustalane ze względu na określone warunki społeczne lub makroekonomiczne. Obecnie istnieje niemal całkowite rozdzielenie rynku hurtowego energii od detalicznej sprzedaży energii. Na rynku hurtowym ceny kształtują się dynamicznie w trybie godzinowym i zależą od lokalizacji, dostępnej mocy, generacji i transmisji [Bober, 2009]. Rozliczenia klientów indywidualnych dokonuje się w określonych okresach czasowych na podstawie odczytu z liczników systemu pomiarowego, przy czym obecnie jest to w przeważającej większości odczyt wykonywany na miejscu zamontowania licznika [Pamuła, 2013c].

Programy DSM, oparte na systemie taryf czasowych, zakładają podział dnia na okresy, w których cena energii może być różna i zależy od cen na rynku hurtowym energii. Podstawowy podział takich taryf zakłada:

– Systemy taryf czasu rzeczywistego (Real Time Pricing – RTP) z podziałem nawet na okresy godzinne. Program ten wymaga nieustannej komunikacji pomiędzy klientem a dostawcą w celu reakcji na wysyłane sygnały;

– Taryfy wielostrefowe (Time of Use – TOU) – systemy taryf wielostrefowych zależnych od pory dnia i roku, w których podział na strefy czasowe jest mniejszy;

– System krytycznych cen szczytowych lub Taryfy z krytyczną stawką cenową (Critical Peak Pricing – CPP) to system stałych cen przez większość doby, z wyjątkiem bardzo wysokich cen dla określonych wcześniej godzin.

Po wprowadzeniu taryf dynamicznych, wielostrefowych, zależnych od pory dnia i roku oraz zainstalowaniu systemów inteligentnych liczników klienci będą mogli efektywnie gospodarować zużyciem energii i reagować na proponowane przed dostawcę programy bodźcowe i finansowe. Dla klientów zwykle większe znaczenie mają sygnały cenowe, ponieważ pozwalają im na dokonywanie wyboru: oszczędzania przez redukcję poboru energii w godzinach, gdy taryfy są wysokie i odrzucenia oferty niższej ceny dla redukcji zużycia.

Operator systemu transmisyjnego wraz z operatorami systemu dystrybucyjnego mają uprawnienia do prowadzenia działań związanych z niezawodnością pracy systemu elektroenergetycznego, aktywowanych w sposób automatyczny lub manualny. Z punktu widzenia przyszłej konsumpcji rozproszone źródła energii mogą być rozważane jako reakcja strony popytowej. Dla dostawców energii wysyłanie sygnałów ilościowych ma istotniejsze znaczenie, gdyż pozwala im na kontrolę zużycia energii i unikanie kar za przekroczenie cen na rynku hurtowym oraz przenoszenie kosztów z tytułu poniesionych kar na klienta.

Zarówno sygnał programu DSR, jak i reakcja na niego mogą być wywoływane przez odbiorcę lub operatora dostawcy (tab. 2.7).

Klasyczne, stosowane od wielu lat taryfy wielostrefowe (TOU) są różnicowane dla określonych sezonów czy nawet pór dnia, ale w ustalonych okresach są stałe i nie wykazują reakcji na aktualną sytuację rynkową. System aktualizacji cen jest bardzo istotnym elementem projektowania TOU. Im krótszy jest czas pomiędzy aktualizacjami, tym programy są bardziej efektywne. W taryfach TOU nie jest on jednak krótszy niż kwartał. Tak więc ceny w taryfach TOU odzwierciedlają długookresowe, dzienne lub sezonowe koszty dostarczania energii.

Tabela 2.7. Rodzaje bodźców i strony reakcji w programach DSR

Program DSR	**Rodzaj sygnału**	**System motywacji**	**Strona uruchamiająca**	**Strona reagująca**
1	2	3	4	5
Taryfy wielostrefowe	Cenowy	Oszczędność kosztów poprzez unikanie korzystania z energii podczas szczytowych obciążeń	Odbiorca	–
Taryfy dynamiczne: czasu rzeczywistego i krytycznych cen szczytowych	Cenowy	Oszczędność kosztów poprzez unikanie korzystania z energii podczas szczytowych taryf	Odbiorca	Odbiorca

Tabela 2.7 (cd.)

1	2	3	4	5
Taryfy z wyłączeniem	Ilościowe (wielkość mocy)	Niższe taryfy	Odbiorca	Komunikat
Bezpośrednie sterowanie odbiorem	Ilościowe (wielkość mocy)	Niższe taryfy	Operator	Sygnał sterujący
Programy przeciwawaryjnej odpowiedzi strony popytowej	Ilościowe (wielkość mocy)	Płatny za wykonanie	Zwykle odbiorca	Komunikat
Programy licytacji popytu	Cenowy	Płatny za wykonanie	Odbiorca	Komunikat
Programy rynku usług regulacyjnych	Ilościowe (wielkość mocy)	Płatny za wykonanie	Zwykle odbiorca	Komunikat

Źródło: [PSE, 2009].

Inteligentna Sieć Elektroenergetyczna wymaga dynamicznych taryf czasowych, ustalanych na krótsze cykle czasowe. W programach DSM stosowane są nowe systemy cenowe, które można podzielić na godzinowe i dobowe.

2.9.3. Systemy taryf dobowych i godzinowych

Najbardziej elastyczny i odpowiedni dla rynku detalicznego jest system taryf godzinowych reagujących na aktualne warunki rynkowe i wewnętrzne koszty dostawcy. Ceny takie mogą być prognozowane z wyprzedzeniem dziennym lub nawet godzinowym. Na rynku hurtowym ceny godzinowe zależą od kalkulacji dostawcy uwzględniającej nie tylko aktualne koszty wytworzenia, ale i inne czynniki, takie jak: koszty utrzymania generatorów w gotowości i koszty utrzymywania rezerw. Na rynku detalicznym ustalenie cen godzinowych oznacza przełożenie cen hurtowych na detaliczne, np. poprzez indeksowanie. Z tytułu wysokiego ryzyka błędnego oszacowania cen godzinowych system taryf godzinowych może być oferowany razem z warunkami finansowymi gwarantującymi klientom stałe ceny dla pewnej części obciążenia. Doświadczenia rynku amerykańskiego pokazują pewne warianty ustalania stawek godzinowych [Braithwait, 2010; Zhang, Li, 2012]:

– Cena podstawowa – proste przełożenie cen hurtowych na detaliczne (bez lub z małą adjustacją);

– Cena Pakietowo-Indeksowa (Block and Index Pricing – BIP) – oferowana przez konkurujących na rynku detalicznym dostawców. Kontrakty typu mie-

szanego, w których klienci płacą stawki godzinowe wyliczone na podstawie indeksacji cen na rynku hurtowym, ale mają zagwarantowane również ceny stałe dla określonej ilości mocy (zwykle określane na podstawie umów terminowych na rynku hurtowym);

– Odwrócona stawka blokowa (Inverted Block Rate – IBR) – struktura cen, w której każdy kolejny blok lub jednostka energii powyżej danego poziomu jest droższa niż cena dla jednostki poprzedzającej;

– Ceny czasu rzeczywistego (Real Time Pricing – RTP) – ceny zakupu zmieniają się co godzinę przez cały rok. Klienci muszą być informowani o cenach zakupu energii dla każdej godziny w dzień poprzedzający, a w niektórych rozwiązaniach godzinę wcześniej;

– Dwuczęściowa cena rzeczywista (Two Part Real Time Pricing at Regulated Utilities) – stanowi połączenie dwóch taryf. Stawki godzinowe na tradycyjnym rynku regulowanym obliczane są jako kombinacja dwóch elementów. Element bazowy rachunku wyliczany jest na podstawie standardowej, kalkulowanej dla stałego poboru określanego na podstawie profilu zużycia energii, rejestrowanego zwykle przez minimum rok przed podpisaniem umowy z klientem. Drugi element stanowi stawka godzinowa wyliczana na podstawie różnicy pomiędzy zdefiniowanym profilem a aktualnym zużyciem. Klienci płacą za przekroczenie mocy określonej w profilu lub są wynagradzani za zmniejszone zużycie. Różnica w stosunku do ceny pakietowej i indeksu cen polega na ustaleniu stałej części na podstawie historycznego zużycia, a nie na wyborze taryfy przez klienta. Stawka ustalona dla części stałej jest stałą stawką pakietową, a nie wyznaczaną rynkowo na podstawie prognozowanych cen na rynku hurtowym.

W strukturach taryf dziennych ceny są stałe w określonych okresach, ale przynajmniej dla jednego bloku lub jego fragmentu mogą się zmieniać regularnie lub okazjonalnie, a zmiana ceny może być ogłaszana dzień wcześniej lub tego samego dnia. Warianty ustalania stawek dziennych wynikających z dotychczasowych doświadczeń są następujące [Braithwait, 2010; Bielewicz, 2011]:

– Dzienny typ taryfy wielostrefowej (Day-type – TOU) – na podstawie przewidywanych cen hurtowych dla dni o różnych warunkach kształtowania cen, z góry są ustalane różnorodne strukturalne profile cenowe (np. niski, średni, wysoki). Profil cenowy jest ogłaszany z jednodniowym wyprzedzeniem;

– Krytyczne ceny szczytowe (Critical Peak Pricing – CPP) – najczęściej wykorzystywana struktura dla masowego udziału klientów w programach popytowych. Zwykle jest złożona ze stawki bazowej TOU oraz wcześniej zdefiniowanej, na ogół wyższej, stawki dla godzin szczytu poboru mocy. Stawka dla godzin szczytowych poboru mocy może być związana nie tylko z stawką bazową TOU, ale też z dowolną taryfą standardową, która umożliwia naliczenie poboru i cen w okresie oznaczonym jako krytyczny. W powiązaniu z taryfą TOU w dniach o zwykłym poborze mocy pozwala na redukcję ceny szczytowej taryfy

TOU w stosunku do ceny standardowej. Dostawca może anonsować stawki CPP z jedno- lub kilkudniowym wyprzedzeniem, a czasem nawet w dniu obowiązywania, wykorzystując w tym celu telefony, maile, pagery. Liczba dni, w których CPP zastępuje stawkę standardową jest limitowana;

– Zmienne krytyczne ceny szczytowe ze zmienną taryfą (Variable Critical Peak Pricing – VCPP) – ustalana jest nie jedna cena dla dni krytycznych, a system takich cen (w nawiązaniu do stawek TOU). VCPP są ogłaszane, podobnie jak w poprzednim przypadku, na dzień lub kilka dni przed wprowadzeniem i dobierane do aktualnych warunków rynkowych danego dnia;

– Krytyczne ceny szczytowe połączone z taryfą standardową (Critical Peak Pricing with Standard Tariff) – Krytyczna cena szczytowa jest dodawana do standardowej taryfy (nie do taryfy TOU). Pozwala to na zastosowanie krytycznych cen szczytowych bez uprzedniego definiowania systemu taryf TOU oraz może pomagać w określeniu wpływu stosowania TOU na rachunki klientów i zyski dostawcy. Oferta taka jest ułatwieniem dokonywania wyboru przez klientów. Należy zauważyć, że brak struktury taryf TOU nie daje możliwości sygnalizacji klientowi, że ceny w okresach szczytowych przez większość dni są wyższe niż w okresach poza szczytem. Podobnie jak CPP/TOU liczba dni obowiązywania cen CPP jest ograniczona i zależna od warunków rynkowych. Podobnie standardowa taryfa jest obniżana w godzinach niekrytycznych, ponieważ nie musi pokrywać kosztów poboru w godzinach o najwyższym szczycie ani prowadzić programów zachęt do wyboru taryf dla klientów;

– Ceny ekstremalne dnia (Extreme Day Critical Peak Pricing lub Critical Day Pricing) – odmiana krytycznych cen szczytowych, w których maksymalna cena obowiązuje do 24 godzin w niektóre dni;

– Ceny ekstremalne dni (Extreme Days) – odmiana krytycznych cen szczytowych, w której w zwykłe dni obowiązuje taryfa jednostrefowa;

– Taryfy z rabatami za godziny szczytu (Peak Day Rebate – PDSR lub Peak Time Rebates – PTR) – programy cenowe podobne do krytycznych cen szczytowych połączonych z taryfą standardową, ale oferujące narzędzia związane z reakcją strony popytowej. Program jest połączony z systemem nagród za redukcje mocy w godzinach szczytu. Klient ma określoną standardową taryfę nawet w okresach krytycznych, ale może otrzymać rabat za redukcję zużycia energii poniżej estymowanego, przypisanego mu profilu zużycia energii. Reakcja klienta jest dobrowolna i dotyczy każdego „krytycznego" zdarzenia;

– Taryfy z wyłączeniem (Interruptible and Curtailable Rates – ICR) – upusty za incydentalne wyłączenia – odbiorca wyraża zgodę na częstsze i dłuższe wyłączenia niż te, które są określone w standardowych parametrach jakości dotyczących ciągłości i niezawodności dostarczenia energii.

Ekonomiczne zachęty do redukcji zużycia i stosowania CPP i PDR są podobne. Różnica występuje w dniach szczytowych. W przypadku wyboru PDR klient dalej płaci standardową cenę nawet po przekroczeniu wartości określonej w profilu. PDR pozwala klientowi na wybór opcji, a program ten polega na dobrowolności przystąpienia, co może być dla klientów bardziej atrakcyjne niż system taryf CPP, gdzie profile cenowe różnią się znacznie od standardowej stawki i prowadzą do niepewności z określeniem wysokości rachunku. PDR wiąże się jednak z określeniem bazowego zapotrzebowania każdego klienta w każdym okresie szczytowym. Wymaga to dodatkowych narzędzi informatyczno-komunikacyjnych, w tym pozwalających klientowi na optymalizacje decyzji, np. kalkulację cen, symulację zużycia energii w dniach i godzinach krytycznych, w celu osiągnięcia maksymalnych rabatów. Badania nad reakcją konsumentów na taryfy RTP wykazują, że w przypadku gdy ceny są bardzo wysokie, klienci stosują trzy podstawowe strategie postępowania [Zhang, Li, 2012; Albadi, Saadany, 2008]:

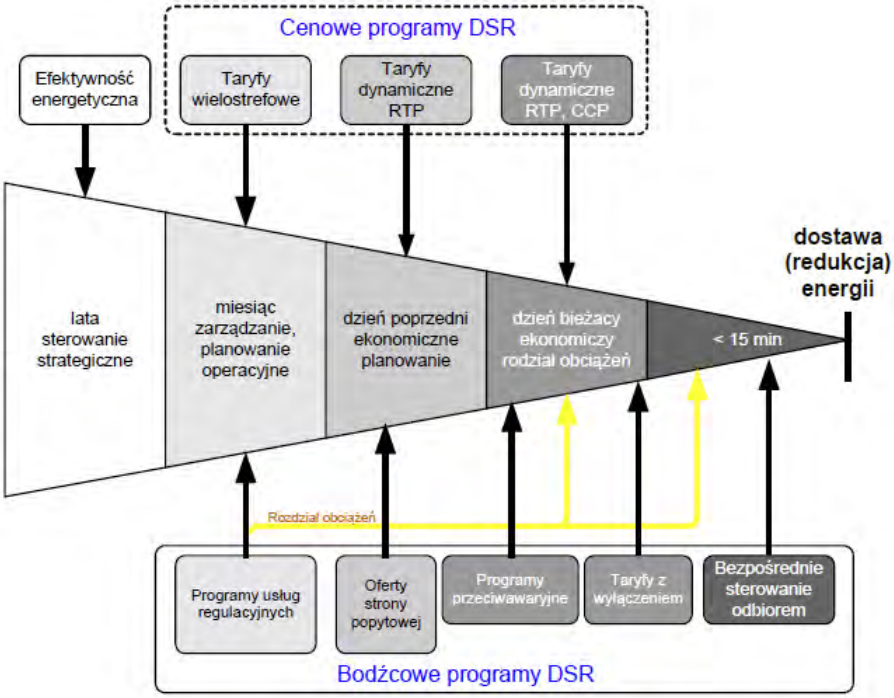
- ograniczenie korzystania z energii;
- przeniesienie obciążenia na okresy niskich cen;
- wykorzystywanie własnych generatorów mocy.

Odbiorcy wykorzystujący programy taryf CPP wykazują wysoki stopień satysfakcji, np. 87% w przypadku projektu pilotażowego przeprowadzanego w Kalifornii. W tym samym programie redukcja obciążenia wśród odbiorców gospodarstw domowych wynosiła w okresach szczytowych średnio 41% dla 2-godzinnego okresu obowiązywania CPP u odbiorców z zainstalowanymi inteligentnymi licznikami, 25% dla 5-godzinnego okresu z inteligentnymi licznikami, 13% – dla 5-godzinnego okresu ze standardowymi licznikami [Zhang, Li, 2012].

Mechanizmy DSR mogą być wdrażane w całym horyzoncie czasowym systemu zarządzania energią elektryczną w koordynacji z odpowiednimi systemami cenowymi. Mechanizmy DSR związane z informowaniem klienta o możliwości redukcji na podstawie cen dnia następnego powinny być skoordynowane z rynkiem cen dnia następnego (*day ahead*) lub, w przypadku pionowo zintegrowanej struktury rynku, z systemem planowania generacji dostawcy.

Integracja systemów DSR z systemem planowania elektroenergetycznego, zgodnie z rozwiązaniem zaproponowanym przez Departament Energii USA, przedstawiona została na rysunku 2.2.

Programy DSR dotyczą planowania operacyjnego sterowania siecią elektroenergetyczną i bieżącego rozdziału obciążeń. Programy cenowe DSR mogą być stosowane w horyzontach czasowych od dnia bieżącego do miesiąca. Dla okresów miesięcznych dedykowane są taryfy wielostrefowe. Dla okresów krótkich: dzień poprzedzający i dzień bieżący, dedykowane są taryfy RTP oraz CPP.



Rys. 2.2. Rola DSR w systemie planowania elektroenergetycznego
Źródło: [US_D, 2006; PSE, 2009]

Bodźcowe programy DSR mogą być wykorzystane do sterowania popytem na energię nawet w bardzo krótkich, kilkuminutowych przedziałach czasowych głównie poprzez stosowanie bezpośredniego sterowania odbiorem. Programy efektywności energetycznej dotyczą okresów wieloletnich i planowania strategicznego, ale ich efekty mogą nakładać się na programy DSR.

2.9.4. Modele taryf wielostrefowych z elastycznością cenową

Do tworzenia modeli TOU wykorzystywane są najczęściej dwie metody:
- bazująca na analizie kosztów dostarczania energii,
- bazująca na analizie reakcji odbiorcy.

Badanie reakcji klientów na taryfy TOU jest podstawą ustalania rozsądnych poziomów cen i klasyfikacji okresów. Krzywa odpowiedzi budowana w oparciu o bazę danych historycznych i elastyczność cenowa popytu mogą być przyjęte jako podstawa do analizy reakcji klientów. Ponieważ elastyczność cenowa popytu może być wykorzystywana do analizy ilościowej, jest powszechnie stosowana

w analizie reakcji klienta, np. elastyczność cenowa popytu wywodząca się z transcendentalnej funkcji logarytmicznej kosztów energii elektrycznej (całkowita elastyczność cenowa i czasowa elastyczność cenowa). W celu odzwierciedlenia reakcji klienta na TOU najczęściej w tworzonych modelach wykorzystywana jest macierz elastyczności cenowej.

Elastyczność cenowa popytu na energię jest definiowana jako iloraz zmiany popytu i procentowej zmiany ceny [David, Li, 1992]:

$$E = \frac{\Delta p / p_0}{\Delta c / c_0}$$

gdzie:

Δp – zmiana popytu,

Δc – zmiana ceny.

Należy jednak zauważyć, że elastyczność cenowa w przypadku popytu na energię powinna uwzględniać również efekt zmiany w czasie.

Modele analityczne dostarczania energii z wykorzystaniem RTP muszą więc zawierać logiczne i matematycznie spójne (oraz empirycznie sensowne) modele zachowań konsumentów. W 1992 r. system taryf dynamicznych i system cen dnia następnego wykorzystano jako podstawowe narzędzia zarządzania obciążeniem, gdyż zakładają one interakcję na podstawie pewnych wyborów i zachowań konsumentów energii [David, Li, 1992]. Model opracowany przez autorów opierał się na szeregu założeń i wykorzystaniu koncepcji elastyczności w całym czasie, założeniu istnienia pewnego stopnia racjonalności ekonomicznej konsumentów oraz modelu kształtowania cen. Do podstawowych elementów stanowiących o zaletach stosowania RTP, w którym cena powinna odzwierciedlać aktualne koszty produkcji, należą [David, Li, 1992]:

– narzędzia sterowania obciążeniem – możliwość przeniesienia popytu z okresów szczytowych na okresy, w których można produkować energię po niższych cenach; łączna produkcja byłaby więc dla danego okresu taka sama, ale koszt wytworzenia mniejszy;

– narzędzia ochrony kapitału – pomoc w redukcji rocznego szczytowego obciążenia dla produkcji energii brutto; prowadzi to do obniżenia średnich kosztów całkowitych kWh;

– narzędzia racjonalizacji wykorzystywania energii – prawidłowe obciążenie kosztami wszystkich odbiorców rynku; obecnie w systemie taryf uwzględniających średni koszt produkcji pewne grupy odbiorców pokrywają koszty z okresu obciążenia szczytowego. Po wprowadzeniu modelu konsumenci będą decydować o tym, ile energii i w jakiej cenie wykorzystać zgodnie z aktualnym zapotrzebowaniem.

Reakcja odbiorcy na wysyłane sygnały cenowe stanowi podstawę budowy modelu z wykorzystaniem elastyczności cenowej. Model podstawowy [David, Li, 1992] zakładał, zarówno w odniesieniu do konsumentów przemysłowych,

handlowych, jak i indywidualnych, że w przypadku popytu na energię konsumpcja nie zależy jedynie od ceny w bieżącym okresie, ale również od cen w pozostałych okresach dnia czy innego przedziału czasowego.

Zaproponowany model został oceniony w badaniach symulacyjnych przy przyjęciu następujących założeń [David, Li, 1992]:

1) podział badanego okresu na przedziały czasowe, w których zmienia się taryfa cenowa, np. podział doby na godziny,

2) stałe wartości współczynników stałej i mieszanej elastyczności cenowej,

3) przyjęcie określonych przedziałów cenowych i wahań popytu, dla których te wskaźniki pozostają stałe. Jeśli w danym przedziale zapotrzebowanie na energię różni się znacznie od typowego zapotrzebowania dla tego okresu, to popyt staje się mniej wrażliwy na zmiany cen w innych przedziałach,

4) przyjęcie określonego horyzontu czasowego, w którym badane są racjonalne zachowania klientów. Dla potrzeb przeprowadzenia symulacji zaproponowano pewnego rodzaju segmentację, klasyfikując klientów w zależności od okresów czasowych, na podstawie których klient podejmuje decyzje. Wprowadzono także dodatkową koncepcję przedziałów okresów czasowych $\{S_t\}$ i $\{R_t\}$ tworzących razem cały horyzont czasowy badania. Przedziały należące do $\{S_t\}$ oznaczają okresy, na podstawie których klient podejmuje decyzje, a $\{R_t\}$ to okresy, których nie bierze pod uwagę. Macierz elastyczności cenowej będzie miała elementy niezerowe tylko w obszarach dotyczących okresów zainteresowania. W segmentacji przyjęto następujący podział odbiorców:

– Idealny odbiorca (Long Range – LR) – zainteresowany długim horyzontem czasowym przy podejmowaniu decyzji, optymalnie podejmuje decyzje: ile energii wykorzystać i ile zapłacić, biorąc pod uwagę okresy obowiązywania cen. Macierz elastyczności cenowej będzie posiadała elementy niezerowe w każdej pozycji;

– Krótkowzroczny odbiorca (Very Short Sighted lub Spot-Rational – SR) – klient podejmujący decyzję jedynie na podstawie danych z bieżącego okresu. Macierz elastyczności cenowej będzie posiadała elementy niezerowe tylko na przekątnej;

– Realny odbiorca (Real Word Consumers – RW) – określa stan pośredni pomiędzy dwoma wymienionymi wyżej ekstremalnymi przypadkami – klient podejmujący decyzję na podstawie danych z pewnych okresów. Macierz elastyczności cenowej będzie posiadała elementy niezerowe na przekątnej oraz powyżej i poniżej w zależności od branej pod uwagę liczby okresów. Kategoria ta może zawierać szereg podkategorii.

Przyjęta koncepcja została przetestowana na modelu symulacyjnym, w którym przyjęto osiem okresów czasowych z systemem taryf RTP czasowych dnia następnego. Testy przeprowadzono dla konsumentów grupy LR, SR i trzech podkategorii grupy RW [David, Li, 1992]:

– RW I – grupa klientów, dla których istotna jest jedynie cena bieżąca i przyszła; przyjęto dwa okresy do przodu jako obszar zainteresowania;

– RW II – grupa klientów, dla których istotna jest jedynie cena bieżąca i przeszła; przyjęto dwa okresy do tyłu jako obszar zainteresowania;

– RW III – grupa klientów, dla których istotna jest jedynie cena bieżąca i przeszła oraz przyszła, ale w okresie krótszym niż badany horyzont czasowy; przyjęto dwa okresy do przodu i dwa do tyłu jako obszar zainteresowania.

Analiza wyników testów wykazała, że znaczenie reprezentacji klientów (grup klientów) w strategiach RTP ma bardzo istotne znaczenie dla pracy całego systemu wyznaczania cen i reakcji strony popytowej. Istotny jest nie tylko wpływ ceny, ale też horyzont czasowy, na podstawie którego odbiorca podejmuje decyzje.

Pierwotna koncepcja tworzenia programu DSR z wykorzystaniem macierzy elastyczności cenowej [David, Li, 1992] jest stosowana przez wielu naukowców do badania reakcji odbiorców na wysyłane sygnały. Model programu DSR rozszerzono o pojęcie prostej elastyczności cenowej i mieszanej elastyczności cenowej, wykorzystując różne scenariusze zachowania klientów gospodarstw domowych [Venkatesan i in., 2012]. Dla modelowania zachowań stworzono macierze elastyczności cenowej popytu (wykorzystując współczynniki prostej elastyczności popytu oraz współczynnik mieszanej elastyczności popytu) dla różnych segmentów klientów.

Współczynnik prostej elastyczności cenowej (*self elasticity*), zdefiniowany jako zmiana popytu w stałym czasie w stosunku do zmiany ceny w tym czasie, został wykorzystany jako miara ograniczania obciążenia (mocy) przez klienta. Ponieważ zmiany w cenie mają odwrotny efekt do zmiany popytu, współczynnik ten przyjmuje wartości ujemne [Venkatesan i in., 2012]:

$$E(i,i) = \frac{\Delta p(t_i)/p_0}{\Delta c(t_i)/c_0}$$

gdzie:

(t_i) – okres.

Z kolei współczynnik mieszanej elastyczności cenowej (*cross elasticity*) – zdefiniowany jako zmiana popytu w czasie (t_i), w stosunku do zmiany ceny w innym czasie (t_j) – wykorzystano jako miarę przesunięcia obciążenia w czasie. Współczynnik ten przyjmuje wartości dodatnie lub wartość zero w zależności od tego, czy konsument wykazuje chęć przesunięcia obciążenia czy nie [Venkatesan i in., 2012]:

$$E(i,j) = \frac{\Delta p(t_i)/p_0}{\Delta c(t_j)/c_0}$$

gdzie:

(t_i), (t_j) – okres.

W proponowanym modelu macierze elastyczności cenowej są wykorzystywane do obliczenia poziomu konkretnego DSR odbiorcy przy użyciu scenariusza cen rzeczywistych dnia następnego, w podziale godzinowym. Macierze te mają więc wymiar 24 x 24. Elementy położone na przekątnej reprezentują współczynniki proste elastyczności, a położone poza nią – współczynniki elastyczności mieszanej. Kolumny macierzy reprezentują obciążenie w ciągu dnia, ze względu na zmianę ceny zgodnie z godziną reprezentowaną przez numer kolumny. Łączne zmiany obciążenia w czasie t_i ze względu na zmiany cen w ciągu dnia są liczone jako suma wszystkich elementów wiersza reprezentującego godzinę (t_i) [Venkatesan i in., 2012].

Jako że kluczowym czynnikiem decydującym o udziale klienta w programach DSM (por. rozdz. 2.9, 2.10) jest możliwość oszczędzania, znalezienie optymalnego modelu macierzy elastyczności cenowej jest kluczowym elementem determinującym poziom DSR i możliwości redukcji obciążenia dla każdego klienta. Pierwsze prace rozważały wykorzystanie macierzy elastyczności cenowych, ale zakładały niezmienne wartości współczynników stałej i mieszanej elastyczności cenowej. Przyjęcie stałych współczynników oznacza jednak, w przypadku współczynnika prostego elastyczności, że względny wpływ na konsumpcję jest taki sam w sytuacji zmian cen na energię, bez względu na rząd wielkości zmiany ceny (taki sam przy wzroście ceny za kWh z 10 gr do 20 gr, jak i z 50 gr na 1 zł). Przeprowadzone w USA badania na instalacjach testowych wykazały, że stałe wartości współczynnika prostego elastyczności dla 24-godzinnego systemu cen rzeczywistych są możliwe jedynie dla bardzo niskich cen. Powyżej pewnego progu elastyczność cenowa rośnie wraz ze wzrostem cen.

Dla testowania modelu przyjęto podział klientów na grupy zgodnie z segmentacją zaproponowaną w modelu podstawowym [David, Li, 1992], nieznacznie ją modyfikując [Venkatesan i in., 2012]. Klasyfikacja klientów obejmowała 5 grup:

1) Perfekcyjny odbiorca (Long Range Optimizing Consumers) – grupa odbiorców chętnie optymalizujących zużycie energii w ciągu dnia, zgodnie ze zmianami cen. Macierz elastyczności dla tych klientów ma współczynniki elastyczności zarówno proste, jak i mieszane o wartościach niezerowych. Elementy poniżej przekątnej są równe zeru, ponieważ konsumenci nie przesuwają wykorzystania energii z okresów o cenach niskich na okresy o cenach wysokich;

2) Realny odbiorca bazujący na cenach przyszłych (Real Word Postponing Customers) – grupa odbiorców, dla których istotna jest jedynie cena bieżąca i przyszła. Współczynniki elastyczności mieszanej tej grupy są wyższe w stosunku do grupy 1, ponieważ wykorzystują oni przeniesienie obciążenia w krótszych okresach czasowych, np. dla najbliższych pięciu godzin;

3) Realny odbiorca bazujący na cenach przeszłych (Real Word Advancing Customers) – macierz elastyczności cenowych dla tej grupy jest podobna do macierzy grupy drugiej, ale będzie miała niezerowe wartości powyżej przekątnej, ponieważ dla tej grupy istotne są również wartości z okresów minionych, np. pięciu poprzednich godzin;

4) Realny odbiorca bazujący na cenach przeszłych i przyszłych – (Mixed Customers) – grupa, dla której istotne są zarówno przyszłe, jak i poprzednie ceny (np. z pięciu poprzednich i pięciu kolejnych godzin). Macierz elastyczności cenowych dla tej grupy będzie miała niezerowe wartości powyżej i poniżej przekątnej. W stosunku do grupy pierwszej różni ją jedynie elastyczność zawężona do przedziału godzin;

5) Krótkowzroczny odbiorca (Short Range Customers) – grupa klientów zainteresowanych jedynie aktualną ceną, a nie optymalizacją zużycia energii. Macierz elastyczności cenowych dla tej grupy będzie miała wartości jedynie na przekątnej.

Wykorzystanie koncepcji elastyczności cenowej w tworzeniu modeli mechanizmów DSR można podzielić na kilka obszarów, w których modele stosowane są do [Faria, Vale, 2011]:

– analizowania zysków wynikających z reakcji na sygnały DSR – koncepcja współczynników elastyczności cenowej popytu łączy warunki rynkowe z gotowością odbiorcy;

– efektywności programów DSR do optymalizacji obciążenia oraz w sytuacjach awaryjnych. Prognozy obciążenia są tworzone na podstawie cen rynkowych dla każdego okresu dnia następnego (do obliczenia ceny rynkowej wykorzystywany jest model elastyczności cenowej). Wraz z nową wartością prognozy ceny rynkowe są aktualizowane w celu weryfikacji wpływu DSR;

– określenia poziomu sygnału rynkowego (ceny) niezbędnego do otrzymania pożądanego, z punktu widzenia niezawodności systemu (np. w przypadku awarii), poziomu popytu;

– ustalenia udziału w kilku programach DSR. Programy są uporządkowane zgodnie z funkcją priorytetu ustaloną przez operatora sieci przesyłowych, operatora sieci dystrybucyjnych, dostawcę, klienta lub organ prawny. Dla każdego działania operacyjnego przypisane są wagi odpowiednio dobrane dla każdego uczestnika.

Modele z elastycznością cenową są jedną z głównych metod ustalania cen na energię w warunkach rynku energii. Aby zwiększać oddziaływanie na stronę popytową modeli elastyczności cenowej popytu na energię elektryczną opracowywane będą nowe warianty rozszerzane o kolejne elementy, czego przykładem może być próba implementacji do modelu trybów zasilania hierarchicznego systemu sterowania zużyciem energii [Bober, 2009].

2.10. Programy reakcji strony popytowej dedykowane dla klientów gospodarstw domowych

Korzyści wynikające z zastosowania programów DSR można podzielić na kilka kategorii [Aghaei, Alizadeh, 2013; Albadi, Saadany, 2008; Bradley i in., 2013]:

1) ekonomiczne – dla odbiorcy: obniżenie kosztów rachunku nawet w sytuacji, gdy ilość zużywanej energii się nie zmieni, a jedynie wykorzystanie urządzeń zostanie przeniesione w czasie, na okres obowiązywania niskich cen w taryfie,

2) cenowe – dopasowanie cen do aktualnych kosztów, zmienność cen w czasie, obniżanie cen poprzez przesunięcie popytu,

3) zarządzania ryzykiem i niezawodnością – redukcja ilości przerw w dostawach energii, udział odbiorcy, rozproszenie źródeł zasilania, programy rynku usług regulacyjnych,

4) usług dla odbiorcy: możliwość wpływu na wysokość rachunku, płatność z elementami motywacyjnymi,

5) rynkowe:

– dla całego systemu elektroenergetycznego – przyrost dostępności mocy, redukcja cen, uniknięcie/odroczenie kosztów infrastruktury,

– dla działania rynku – możliwość wyboru opcji przez klienta, redukcja cen,

– środowiskowe – większe wykorzystanie odnawialnych źródeł energii, a tym samym zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych.

Koszty wprowadzania programów DSR dzielą się na dwie główne grupy [Aghaei, Alizadeh, 2013; Bradley i in., 2013] i odnoszą się do różnych udziałowców rynku energii [Albadi, Saadany, 2008]:

1) początkowe koszty wprowadzenia programu:

– odbiorca programu – w okresie początkowym: koszty odpowiednich rozwiązań technologicznych, zakup i implementacja systemu zarządzania energią, budowa planu reakcji na proponowane sygnały,

– dostawca programu – koszty systemu pomiarowo-komunikacyjnego, wprowadzenie nowego systemu billingowego i integracji procesów biznesowych, projektowanie programów DSM (w tym DSR), działania marketingowe, programy edukacyjne dla odbiorców;

2) w okresie działania programu:

– odbiorca programu – konieczność dopasowania do nowego systemu, restrukturyzacja działań, koszty utrzymania systemów technologicznych,

– dostawca programu – administracja programem, działania marketingowe, wprowadzanie płatności motywacyjnych, ewaluacja programów.

Programy DSR wymagają aktywnego uczestnictwa odbiorcy. Z punktu widzenia użytkownika powody, dla których zmieni on swoje zachowania związane z użytkowaniem energii, a tym samym zmieni profil zużycia energii, zależą od proponowanych warunków oraz kosztów zarówno operacyjnych, jak i tzw. po-

znawczych. W przypadku odbiorcy z gospodarstwa domowego motywację może stanowić znacznie więcej elementów od takich, jak chęć podjęcia takiego działania, zaufanie do dostawcy energii, do czynników społecznych i kulturowych. Nie wszystkie programy DSM mogą być efektywnie wykorzystywane w grupie odbiorców domowych. Programy DSM (w tym DSR), które mogą mieć skuteczne zastosowanie w sektorze gospodarstw domowych zawiera tabela 2.8.

Tabela 2.8. Programy DSR dla sektora gospodarstw domowych

Program DSR	**Działania dystrybutora**	**Wymagany poziom zaangażowania odbiorcy**	**Uwagi**
1	2	3	4
Programy efektywności energetycznej i ochrony środowiska	Zachęcanie do zakupu urządzeń energooszczędnych oraz instalacji dotyczących budynków mających na celu ograniczenie poboru energii.	Zakup urządzeń, oszczędzanie energii poprzez całkowite wyłączanie urządzeń nieużywanych.	Programy nie zawierają systemu aktywnej reakcji użytkownika.
Systemy taryf statycznych	Przygotowanie systemu taryf o zróżnicowanych cenach w ciągu doby.	Dla systemów taryf dwustrefowych: automatyczne lub ręczne przełączanie na korzystanie z taryfy nocnej (dla systemów grzewczych może być obowiązkowe poprzez stosowanie układów automatycznych). Dla systemów z większą ilością taryf: możliwość wyboru włączania i programowania niektórych urządzeń na korzystanie z energii w okresie obowiązywania niższych taryf. Możliwość scedowania uprawnień do sterowania na dostawcę energii.	Taryfy stałe w długim okresie czasu. Użytkownik ma czas na przyzwyczajenie się do stawek taryf i obowiązujących godzin. Ceny odzwierciedlają długookresowe średnie koszty i system nie wprowadza dodatkowych bodźców do redukcji obciążenia w dniach dużego obciążenia systemu elektroenergetycznego.
Krytyczne ceny dnia	Przygotowanie systemów taryf z cenami dla kilku typów dni.	Wybór systemu taryf. Obserwacja komunikatów o dniu obowiązywania cen krytycznych (informacja na dzień przed). Redukcja obciążenia w dniu krytycznym.	Dla długookresowych scenariuszy przewidujących udział rozproszonych źródeł energii.

Tabela 2.8 (cd.)

1	2	3	4
Krytyczne ceny szczytowe	Przygotowanie systemów taryf z cenami dla okresów szczytowych obciążenia.	Wybór systemu taryf. Obserwacja komunikatów o godzinach obowiązywania cen krytycznych (informacja dzień przed). Redukcja obciążenia w okresie krytycznym.	System rekomendowany w przypadku bardzo ostrych krzywych obciążenia w okresie szczytowym. Ułatwieniem dla odbiorcy jest sygnalizowanie cen poprzez używanie różnych kolorów dla stawek.
Rabaty za godziny szczytu	Przygotowanie systemów taryf i bonusów dla godzin szczytowych obciążenia.	Wybór systemu taryf. Obserwacja komunikatów o godzinach obowiązywania bonusów. Redukcja obciążenia w godzinach obowiązywania wysokich stawek obowiązywania.	Mniej ryzykowne niż Krytyczne ceny szczytowe, ale jednocześnie mniej efektywne w redukcji obciążenia. Odpowiednie dla odbiorców o niskich dochodach
Ceny czasu rzeczywistego	Przygotowanie systemów taryf.	Dobre zrozumienie zasad działania systemu. W niektórych przypadkach klient musi określić maksymalną stawkę, jaką jest gotowy płacić. Klient może zdecydować się na inwestycję w postaci magazynu energii.	Ceny mogą zmieniać się nawet co kilka minut, ale stosowany jest zwykle godzinowy system obowiązywania. System stwarza duże ryzyko, które może być minimalizowane poprzez stosowanie systemów informatyczno-komunikacyjnych do optymalizacji i automatyzacji decyzji.
Agregacja popytu	Przygotowanie systemów taryf.	Jak dla systemu cen czasu rzeczywistego, z niższym poziomem zaangażowania odbiorcy, który deleguje pewne działania na agregatora.	Ryzyko przejmuje agregator, dzieląc się zyskiem z odbiorcami. Stan docelowy rozwoju ISE.
Dynamiczna reakcja na zmianę częstotliwości		Konieczność inwestycji w odpowiednie urządzenia automatycznie przełączające tryb on/off w zależności od wysłanego sygnału programu DSR.	

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Darby, McKenna, 2012; Braithwait, 2010].

Efektywność systemu taryf zależy od systemu elektroenergetycznego, w którym jest implementowany. Czynnikami decydującymi są takie elementy, jak: klimat, środowisko, własność urządzeń, przepisy prawne, nastawienie do ochrony danych osobowych i zwykłe codzienne praktyki.

Systemy statycznych taryf wielostrefowych stanowią dla odbiorcy najmniejsze ryzyko, dając pewność co do cen w określonych godzinach doby, w przeciwieństwie do pozostałych mechanizmów, zwłaszcza bodźcowych programów DSR. Systemy taryf statycznych są najmniej ryzykownym dla klienta sposobem zarządzania zużyciem energii, niemniej nie dają wystarczająco efektywnych i pożądanych rezultatów w zakresie redukcji obciążenia szczytowego sieci [Darby, 2011], znacznie większą oszczędność można osiągnąć poprzez stosowanie programów DSR z dynamicznie zmieniającymi się stawkami. Dynamiczne systemy taryf mają również na celu zmianę wzorców konsumpcji energii. Istotne znaczenie w zdobywaniu doświadczeń w zakresie rozwiązań DSR mają badania przeprowadzone na grupach użytkowników, którym takie systemy już zaoferowano. Doświadczenia te stają się bowiem podstawą rozwiązań dla kolejnych grup odbiorców.

W masowej zmianie zachowań odbiorców istotna jest nie tylko koncentracja na zmianie zwyczajów indywidualnego odbiorcy, ale zmiana szerszych procesów społecznych. Projekt CHANGING BEHAVIOUR[14] definiuje czynniki decydujące o sukcesie lub porażce projektów DSM. Czynniki te są określane na podstawie kontekstu technologicznego oraz promocji zmian społecznych. W ramach projektu dokonano analizy około 100 przedsięwzięć, a badaniu podlegały nie tylko te, które dotyczyły gospodarstw domowych, ale również małe i średnie przedsiębiorstwa oraz organizacje publiczne, takie jak szkoły i urzędy.

DSM zakłada zmianę zachowania klientów w dwóch obszarach związanych z:

– jednorazowym podjęciem działań mających na celu zakup energooszczędnego urządzenia,

– zmianą zachowań powtarzających się, mających na celu zmianę zwyczajów na sprzyjające efektywnemu wykorzystaniu energii.

Większość stosowanych programów DSM ma na celu wykształcenie obu tych zachowań, np. programy audytu energetycznego. Przez wiele lat programy DSM były prerogatywą organów rządowych i dystrybutorów energii. Obecnie tym tematem zajmuje się coraz więcej organizacji pośredniczących, takich jak firmy usług energetycznych (Energy Service Company – ESCO), oraz stowarzyszeń i organizacji społecznych. Mimo wysiłków tych organizacji ograniczenie popytu na energię nie jest wysokie, według danych Eurostatu zużycie energii elektrycznej w Europie rośnie [Avery, 2012].

---

[14] http://www.energychange.info

Bariery w ograniczeniu popytu na energię zostały zdefiniowane przez wiele dyscyplin. Do najważniejszych barier zaliczyć można [Pasierb, 2003; Breukers i in., 2011]:

– rynkowe – brak informacji na temat zysków i ryzyka nowych przedsięwzięć,

– finansowe – brak dostępu do kapitału, brak znajomości mechanizmów dofinansowania,

– informacyjne – brak wiedzy, jak efektywnie korzystać z energii,

– technologiczne – brak znajomości nowych rozwiązań technologicznych, brak umiejętności oceny i wyboru optymalnej dla użytkownika technologii,

– psychologiczne – przeładowanie informacyjne, brak bezpośredniej informacji zwrotnej na temat podejmowanych działań,

– społeczne – istniejąca struktura sieci relacji energetycznych, praktyki i zwyczaje społeczne.

Dyscypliny te, a zwłaszcza psychologia, ekonomia i socjologia, znajdują wiele różnych rozwiązań w zakresie redukowania popytu na energię (por. tab. 2.9).

Tabela 2.9. Metody ograniczenia popytu na energię

Problem	**Rozwiązania ekonomiczne**	**Rozwiązania psychologiczne i społeczne**	**Rozwiązania socjologiczne i socjotechniczne**
1	2	3	4
Kluczowe czynniki analizy zmian zachowań związanych z korzystaniem z energii	Kierowane do odbiorców indywidualnych i rynkowych oraz instytucji	Zgodnie z normami społecznymi	Wykorzystanie: praktyk społecznych; sieci socjotechnicznych; systemów prowizji
Logika działania menedżerów i decydentów	Działania racjonalne, opinia publiczna (*public choice*)	Zwykle działania racjonalne ograniczone brakiem kompetencji psychologicznych	Refleksyjne: jako część społeczności, na rzecz której działają, działania są zdominowane strukturami społecznymi grup docelowych
Logika działania grup docelowych	Celowo zorientowane, egoistyczne; Działania racjonalne lub o ograniczonej racjonalności	Różnorodne, zarówno egoistyczne, jak i altruistyczne	Uzależnione od norm i konwencji grupy społecznej; Struktura może ulegać zmianom pod wpływem podejmowanych działań
Bariery dla efektywności energetycznej	Nieprawidłowości w funkcjonowaniu rynku: wysoki koszt informacji i koszty transakcyjne	Doświadczenie, orientacja celowa i normatywna; Brak informacji zwrotnej;	Wbudowane w system socjotechniczny istniejącej infrastruktury, rynku, instytucji społecznych i instytucji;

1	2	3	4
Bariery dla efektywności energetycznej		Brak presji społecznej; Brak postrzegania poczucia skuteczności własnego działania; Brak umiejętności; Brak okazji; Przyzwyczajenie; Bezradność	Luka pomiędzy postawami a wartościami
Motywacje odbiorców	Korekcja błędów rynkowych, obniżenie kosztów informacji, wprowadzenie nowych instytucji, np. ESCO, wspieranie badań, rozwoju i upowszechniania rozwiązań energooszczędnych	Dostarczenie w odpowiednich układach i formach: informacji zwrotnej, bodźców ekonomicznych i społecznych; Usprawnienie komunikacji; Personalizacja informacji	Poprzez działania zbiorowe; W drodze negocjacji i reorganizacji sieci socjotechnicznych; Stwarzanie warunków do zwiększania skuteczności, wspierania nowych norm i współpracy
Instrumenty i programy DSM stosowane dotychczas	Instrumenty finansowe, informacyjne (audyt i system informacji zwrotnej)	Połączenie programów informacyjnych i bodźcowych	j.w.
Udane akcje i działania na rzecz zmian	Efektywność kosztowa, społeczna, zasada Pareto	Zmiany społeczne, zmiany zachowań	Zmiana szerszych systemów społecznych; Informacje (zwłaszcza audyty i system informacji zwrotnej); Ruchy społeczne i innowacje społeczne; Społeczne uczenie się; Prawowitość; Konieczność zmiany sposobu dostarczania energii i projektowania urządzeń z niej korzystających

Źródło: [Breukers i in., 2011].

Nauki socjologiczne zakładają wprowadzanie zmian zachowania klienta w szerszym kontekście, albowiem pożądane zmiany muszą dotyczyć nie tylko jednostek indywidualnych, ale nowego sposobu dystrybucji energii i projektowania nowych sprzętów gospodarstwa domowego, odbiorników radiowo-telewizyjnych i innych urządzeń pobierających energię. Przyzwyczajenia związane z korzystaniem z energii są równie istotne w kontekście działań z okresów ubiegłych – również na poziomie indywidualnym i społecznym. Podobnie należy traktować interesy wszystkich potencjalnych udziałowców procesu.

Nurty socjologiczne, związane „zielonym" podejściem do zmian, sugerują koncentrację bardziej na zmianach zachowań grup niż na zmianach zachowań jednostek, wprowadzając odbiorców w programy zmian, wykorzystując praktyki i doświadczenia lokalne bardziej niż wiedzę ekspercką. W celu utrwalenia zmian i przejścia na bardziej strategiczny poziom, należy spojrzeć, poza działania indywidualnego użytkownika, na wszystkie obszary związane z kształtowaniem zachowań korzystania z energii (np. system oświetlenia ulic, system korzystania z energii w budynkach publicznych, biurach) i wprowadzać te obszary do działań w zakresie DSM [Breukers i in., 2011].

Ocena programów DSM zwykle dokonywana jest w aspekcie ekonomicznym i oparta na analizie finansowej. Program jest efektywny, jeśli ogranicza zużycie energii i jest opłacalny, jeśli zapewnia odpowiedni zysk w zakresie oszczędności energii, w porównaniu z kosztem programu. Znacznie rzadziej ocena ta odnosi się do aspektów społecznych, kwestii dynamiki rozwoju, wpływu na stałą zmianę wzorców zachowań, mobilizacji odbiorców do dalszych zmian. Dlatego też konieczne wydaje się wprowadzenie nowych współczynników miar ewaluacji związanych z procesem społecznego uczenia się. Analizując wiele projektów DSM, we wspomnianym już projekcie CHANGING BEHAVIOUR zdefiniowano grupy czynników determinujących ich sukces [Breukers i in., 2011]. Czynniki te przedstawiono w tabeli 2.10. Badania projektu jednoznacznie wykazały, że nie ma tylko jednego decydującego kryterium sukcesu. Wymienione czynniki wpływają na siebie wzajemnie, a każdy nowy projekt może wprowadzać nowe relacje, ale najistotniejsze jest wzięcie pod uwagę całego kontekstu wprowadzanych zmian.

Tabela 2.10. Czynniki i obszary ograniczenia popytu na energię

Obszar	**Czynniki decydujące o powodzeniu programu DSM**
1	2
Ujęcie kontekstowe	Pośrednie i bezpośrednie wsparcie rządowe
	Możliwość nawiązania do poprzednich i toczących się projektów oraz działań
	Brak konieczności godzenia sprzecznych celów
	Tradycja aktywnego zaangażowania obywatelskiego
	Odpowiednio zachęcające warunki rynkowe
Odpowiedni okres wprowadzania zmian	Wykorzystanie szansy (np. konieczność remontu czy przebudowy, rewitalizacji itd.)
	Silna motywacja grupy docelowej
	Możliwość połączenia z innymi programami, np. rozwoju regionu
Wprowadzenie grupy docelowej w istotność i znaczenie zmian	Poznanie grupy docelowej
	Dostosowanie przekazu
	Zdefiniowanie kanałów komunikacyjnych i formatów zgodnie z oczekiwaniami grupy docelowej
	Regulacja oczekiwań wszystkich podmiotów (grupy docelowej, agregatorów, innych)

1	2
Wprowadzenie grupy docelowej w istotność i znaczenie zmian	Koncentracja na różnorodności, wielość świadczeń (zgodnie z pojęciem wielu tożsamości i potrzeb grupy docelowej i jej członków)
	Bliska współpraca kierownictwa programu i grupy docelowej
	Budowanie zaufania
Wykorzystanie sieci powiązań	Wykorzystanie aktualnych powiązań społecznych
	Wzmocnienie aktualnych powiązań
	Stworzenie nowych powiązań
	Dzielenie się doświadczeniami w trakcie programu i po jego zakończeniu
Równowaga pomiędzy centralnym i oddolnym planowaniem procesów	Uczenie przez działanie, interakcje między użytkownikami, twórcami programu, decydentami
	Ciągłe monitorowanie i ewaluacja
	Przyjęcie odbiorcy końcowego jako punktu wyjściowego
	Staranne projektowanie
	Adaptacja treści i celów programu

Źródło: opracowanie na podstawie [Breukers i in., 2011].

W większości prowadzonych programów zmiana zachowań odbiorców na rynku energii rozpatrywana jest z punktu widzenia indywidualnej zdolności (i chęci) jednostki. Niemniej relacja pomiędzy działaniem jednostki a otoczeniem jest wzajemna, indywidualne działania są podejmowane w określonym kontekście, ale kontekst (otoczenie) ten może zmienić się pod wpływem działań indywidualnych jednostek. Można tylko mieć wpływ na to, co dany odbiorca widzi i czyta, ale tylko częściowo oddziaływać na to, co zrobi z podaną informacją.

2.11. Programy reakcji strony popytowej a poprawa efektywności energetycznej

Głównym celem programów odpowiedzi strony popytowej (DSR) jest redukcja mocy w okresach szczytowego zapotrzebowania i wysokich cen rynkowych. Redukcja zapotrzebowania nie jest jednoznaczna z oszczędzaniem energii, ale istnieją relacje pomiędzy redukcją zapotrzebowania w kW a oszczędnością energii w kWh.

Technologie Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych mają wysoki potencjał nie tylko w zakresie wyrównywania krzywej obciążenia i poprawy w zakresie reakcji strony popytowej, ale również w zakresie poprawy efektywności energetycznej i oszczędzania energii [Torriti i in., 2010].

Istota relacji pomiędzy programami efektywności energetycznej i programami reakcji strony popytowej określa zarówno potencjalne synergie, jak i konflikty (tab. 2.11). Niezwykle ważne jest koordynowanie elementów programów reakcji strony popytowej i programów efektywności energetycznej, tak by odbiorca mógł korzystać ze zintegrowanych programów w zakresie konsumpcji

energii i redukcji jej kosztów. Umacnianie synergii [Krzyżanowski, 1999] między tymi programami zwiększy szanse na zaangażowanie odbiorców i w efekcie pozwoli na osiągnięcie większych korzyści. Zarówno programy efektywności energetycznej, jak i programy reakcji strony popytowej dotyczą odbiorców końcowych energii. Projektowanie efektywnych programów DSR powinno zawierać dwa elementy [York, Kushler, 2005]:

– zbadanie potencjalnego wpływu wszystkich programów reakcji strony popytowej na ogólne wykorzystanie energii, a zwłaszcza na zachowania związane z wprowadzonymi programami efektywności energetycznej;
– zaprojektowanie i przetestowanie programów, które łączą cele DSR i EE.

Tabela 2.11. Konflikty i synergie pomiędzy programami reakcji strony popytowej i programami efektywności energetycznej

Potencjalne synergie	**Potencjalne konflikty**
1	2
Programy EE mogą przyczyniać się do trwałego spadku zapotrzebowania na energię w okresach szczytowych i poza nimi.	Celem programów DSR jest zmniejszenie poboru w pewnych okresach, gdy zapotrzebowanie i ceny są wysokie. Celem programów EE jest reedukacja zapotrzebowania przez cały czas. Może to prowadzić do konfliktu priorytetów w systemach wspomagania zarządzania energią budynków, mieszkań czy sprzętów (zwłaszcza w przypadku korzystania z różnych programów).
Koncentracja na redukcji w okresach szczytowych może pomóc w identyfikacji nieefektywnych i mniej istotnych nawyków korzystania z energii, które mogą być przeniesione w czasie, dając tym samym efekt szerszych oszczędności energii i zapotrzebowania.	Konflikty strukturalne pomiędzy różnymi programami i usługami DSR i EE. Jeśli odbiorca jest uczestnikiem programu, w którym otrzymuje bonus finansowy za redukcję zużycia na wezwanie, a redukcja ta jest mierzona od jego średniego standardowego zużycia, to może nie być zainteresowany obniżeniem wartości standardowej.
	Gdy odbiorca jest uczestnikiem programu z sygnałami cenowymi, płaci za energię zgodnie ze stawkami określonymi w taryfie, ale jeśli ceny w okresie pozaszczytowym będą bardzo niskie, nie będą prowadziły do zachowań energooszczędnych (por. [Trotti, 2012a]).
Technologie wykorzystane przez programy DSR mogą być efektywne również w zakresie zarządzania energią.	Programy DSR mogą zawierać elementy, w których odbiorca jest proszony o ograniczenie zużycia energii kosztem „komfortu" życia, np. zmniejszenie temperatury ogrzewania. Programy EE promują działania redukcji wykorzystania energii bez potrzeby obniżania poziomu komfortu czy wygody, a czasem wręcz przeciwnie – podnoszą te poziomy.

1	2
Doświadczenia odbiorców związane z działaniami DSR mogą prowadzić do zwiększenia świadomości i wiedzy o potencjalnych możliwościach EE.	Konflikty wywoływane przez bariery instytucjonalne. Deregulacja rynku prowadzi do rozproszenia odpowiedzialności za określone działania i usługi. Organy władz, w tym administracje lokalne, są odpowiedzialne za programy EE, podczas gdy dystrybutorzy i operatorzy są zainteresowani programami DSR jako elementem stabilności systemu. Może również istnieć problem związany z przydzielaniem publicznych funduszy na wspieranie programów.
Odbiorcy, którzy uczestniczą w programach DSM, mogą być potencjalnymi uczestnikami nowych programów DSR i EE (zależność ta ma miejsce również w stronę przeciwną).	
Programy i kampanie marketingowe przeznaczone dla odbiorców są bardziej efektywne, jeśli zawierają zintegrowane podejście do zarządzania energią.	
Uczestnictwo w programie DSR, zwłaszcza możliwość kontroli urządzeń korzystających z energii, pomaga odbiorcy zidentyfikować proces korzystania z energii, związane z nim koszty i może zachęcać do dodatkowych działań na rzecz redukowania poboru energii.	

Źródło: opracowanie własne na podstawie [York, Kushler, 2005].

Programy reakcji strony popytowej koncentrują się na redukcji obciążenia w określonych okresach bez konieczności modyfikacji zmian zachowań odbiorcy w całym czasie konsumpcji energii (np. przesunięcie godzin pracy pralki). W przeciwieństwie do nich programy efektywności energetycznej dążą do ogólnego zmniejszenia poboru energii, niekoniecznie w okresach szczytowych, poprzez korzystanie z nowych technologii, ale niektóre z programów EE, np. związanych z kontrolą klimatyzacji, ogrzewania czy oświetlenia, mogą bardzo efektywnie przyczyniać się do redukcji zapotrzebowania na energię w okresach szczytowych.

Możliwości w zakresie dodatkowych oszczędności energii, wynikających ze stosowania technologii Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej, w stosunku do systemu tradycyjnego można znaleźć w podstawowych mechanizmach Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej wpływających na EE. Porównanie potencjalnych możliwości może być przeprowadzone na przykładzie dowolnego urządzenia, np. lodówki domowej [Gilbert i in., 2010]. Podobne analizy można przeprowadzić dla innych urządzeń, których producenci oferują już „inteligentne" mechanizmy (np. pralek, suszarek, zmywarek, podgrzewaczy wody czy kuchenek elektrycznych). Tabela 2.12 przedstawia porównanie potencjalnych możliwości w zakresie efektywności

energetycznej. Istotne jest więc wprowadzanie spójnych zintegrowanych strategii programów reakcji strony popytowej i programów efektywności energetycznej wpisujących się w aktualną politykę i oczekiwania społeczne [Haney i in., 2010; Martin, Wikler, 2012].

Tabela 2.12. Porównanie potencjalnych możliwości w zakresie efektywności energetycznej

Mechanizm	**Potencjał oszczędności dla lodówki domowej**	**Metoda DSM**		
		tradycyjna	**AMI**	**elementy inteligentnego zarządzania**
Zmiana zachowań konsumenta	Zachęcanie użytkowników do redukcji poziomu temperatur	Przesłanie informacji		Wyświetlanie w czasie rzeczywistym konsumowanej energii
Programy DSM	Identyfikacja klientów chętnych do wymiany sprzętu na bardziej oszczędne energetycznie	Brak możliwości analiz	Możliwość analiz łącznego zużycia zgodnie z przedziałami czasowymi gromadzenia danych	Możliwość przeglądania zużycia energii dla danego urządzenia wg wybranych celów
Programy mierzenia i weryfikacji DSM	Określanie poziomu oszczędności poprzez programy rabatowe	Ocena oszczędności *ex ante* (przy założeniu pewnego stopnia niepewności)		Możliwość przeglądania zużycia energii danego urządzenia w celu precyzyjnego określenia wpływu
Systemy automatyki, w tym automatycznej diagnostyki sprzętu	Definiowanie planowanych przeglądów urządzenia	Brak		Automatyczna detekcja awarii oraz diagnostyka
Zaawansowane metody sterowania i kontroli sprzętu dla EE	Programy DSM przesunięcia obciążenia szczytowego	Brak		Przesunięcie programu rozmrażania na godziny poza szczytem
Rozwiązania techniczne związane z optymalizacją napięcia (stosowane przez dystrybutorów i operatora sieciowego)	Brak specyfiki dla konkretnego urządzenia, programy optymalizacji odnoszą się do EE w ogólności	Brak		Optymalizacja napięcia przez zredukowanie strat na liniach dystrybucyjnych

Źródło: [Gilbert i in., 2010].

Odbiorcy nie rozróżniają programów reakcji strony popytowej, efektywności energetycznej i oszczędzania energii, a raczej postrzegają różne sposoby na zarządzanie kosztami energii. Dla efektywnego działania tych programów nale-

ży więc wprowadzić system koordynacji tych programów prowadzonych na różnym poziomie przez różne organizacje, tak by oferowane rozwiązania były spójne i wzajemnie się uzupełniały.

2.12. Doświadczenia i rekomendacje wybranych projektów z zakresu zarządzania popytem na energię

Wzrost znaczenia efektywności energetycznej w wyniku działań związanych ze zmianą zachowań odbiorców i wprowadzenia rozwiązań elementów inteligentnej sieci w postaci programów DSR może być znaczny. W sektorze gospodarstw domowych rynku USA został on oszacowany na poziomie około 22% [Dahlbom i in., 2009].

Rezultaty badań wielu projektów pozwalają na stwierdzenie, że znacząca redukcja zużycia energii następuje, gdy klienci mają dostęp do informacji zwrotnych o zużyciu. Poziom oszczędności zależy od okresu informacji zwrotnej, od miesięcznej informacji porównującej zużycie z okresem poprzednim, od systemów przekazujących informacje w trybie 15-minutowym do systemów wyposażonych w infrastrukturę inteligentnego opomiarowania, w połączeniu z systemami taryf czasowych. Doświadczenia wynikające z wybranych projektów pilotażowych wprowadzania programów DSR, opracowane na podstawie dostępnej literatury, wykazują różne rezultaty (tab. 2.13).

Tabela 2.13. Redukcja zużycia energii w wybranych projektach pilotażowych DSR w gospodarstwach domowych

Oszczędność energii	**Projekt/rok**	**Tradycyjna**		**Taryfy cenowe**	**Zastosowane elementy inteligentnego zarządzania**
		informacja o zużyciu energii	**informacja o zużyciu energii w czasie rzeczywistym**		
1	2	3	4	5	6
Niska = 1,6% Wysoka = 2,3%	Positive Energy (obecnie OPOWER)	X			
1,5% rocznie: 6,0% w okresie letnim i 0,9% w chłodnych miesiącach, przy czym w sezonie zimowym 3,0%	Power Smart Pricing 2008 [SBC, 2009]			RTP	

Tabela 2.13 (cd.)

1	2	3	4	5	6
5,0%	Oszacowane przez EPRI [EPRI, 2008]		X		
6,5%	HyDSRoOne 2006		X		Domowy panel sterujący
6,7%, w tym 1,8% redukcja w godzinach szczytu dla programu DSM	HyDSRoOne 2007		X		Domowy panel sterujący
7,6%, w tym 5,5% redukcja w godzinach szczytu dla programu DSM	HyDSRoOne 2008		X	TOU	
8,0%	Country Energy 2006		X	TOU CPP	
Niska = 1% Wysoka = 10%	Oszacowanie przez Departa-ment Energii USA 2010 [Pratt i in., 2010]	RÓŻNE			
Niska = 5% Wysoka = 20%	Na podstawie dostępnych badań projektów [Fi-scher, 2008]	RÓŻNE			
20%	Westchester $mart Home		X	TOU	
Oczekiwana 10%, faktyczna 20%	Energy-Smart Pricing Plan		X	RTP	Termostat sterująco-ko-munikujący
6,5%	HyDSRo One real – time feedback 2004–2005		X		Domowy panel sterujący
2,7%	BC HyDSRo Newfoundland power pilot 2005–2007		X		Domowy panel sterujący
18,0%	Domowy panel sterujący		X		Domowy panel sterujący
13%	SDG&E in-home display program 2007		X		Domowy panel sterujący

1	2	3	4	5	6
12,8%	SRP M-Power conservation effect study 2004		X		Domowy panel sterujący + liczniki przed-płatowe
15%	Woodstock HyDSRo's Pay-as-you-go 1989–2004		X		Domowy panel sterujący + liczniki przed-płatowe
8%, w tym 30% redukcja w godzinach szczytu dla programu DSM z CPP	Country Energy's Home Energy Efficiency Trial 2004–2005		X	TOU CPP	Domowy panel sterujący
Okres letni od 3% tylko informacje do 21% z termostatem, w sezonie zimowym od 3% do 7%	myPower 2006–2007	X		TOU	Programowalne termostaty komunikacyjne
Okres letni od 14% tylko informacje do 26% z termostatem, w sezonie zimowym od 27% do 14%		X		CPP	
5,7% redukcji zużycia energii	II–X 2010 Kalifornia		X*		Interfejs Google
2% przesunięcie zużycia w okresie szczytowym	Inteligentna Energia RWE Warszawa 2012		X		Inteligentny licznik

* Wprowadzono od trzeciego miesiąca projektu.

Źródło: opracowanie na podstawie: [Darby, McKenna, 2012; Gilbert i in., 2010; HYDSR01, 2010; Faruqui i in., 2010; Houde i in., 2011; York, Kushler, 2005; Woo, Greening, 2010] i innych dostępnych dokumentów o efektach projektów.

Zmiany w zwyczajach dotyczących oszczędności energii obserwowane są nie tylko przy pełnej dostępności funkcjonalności ISE, ale już pewnych elementów wprowadzania informacji zwrotnej. W projekcie Positive Energy (obecnie OPOWER [Plummer, 2009]) konsumenci otrzymywali informacje, jak wygląda ich zużycie energii na tle innych podobnych gospodarstw domowych, bez wykorzystywania infrastruktury inteligentnego opomiarowania (AMI) ani innych

technologii ISE. Konsumenci tego projektu oszczędzali 1,6% energii przy otrzymywaniu raportów kwartalnych, a 2,3% w przypadku raportów miesięcznych. Z kolei w programie prowadzonym w Kalifornii [Houde i in., 2011], gdzie dostęp do informacji zwrotnej udostępniono dopiero od trzeciego miesiąca projektu, redukcja zużycia energii wynosiła średnio 5,7%.

Czynnikiem o równie silnym wpływie na oszczędności było wprowadzenie systemu taryf dynamicznych (pozycje: 2, 6, 7, 10, 11, 18, 19, 20 tabeli 2.13). W analizowanych projektach system ten był wprowadzany łącznie z instalacją inteligentnych liczników i systemów dwukierunkowej komunikacji oraz paneli komunikacji z klientem. Niemniej jednak prowadzone projekty wykazały, że redukcja energii może być osiągnięta niezależnie od zainstalowanych technologii [Gilbert i in., 2010].

Wprowadzenie monitorowania zużycia przez panele zainstalowane w domu lub za pomocą odpowiednich portali pozwala klientom na porównanie zużycia, ale i na wizualizację efektów podejmowanych decyzji. Rozwiązanie wprowadzone zarówno z wykorzystaniem systemu inteligentnej infrastruktury opomiarowania (AMI), jak i bez (projekt EPRI) jest przykładem, w którym oszczędność energii wynosiła 6,5% u klientów, gdzie zainstalowano domowe urządzenie wyświetlające zagregowane zużycie energii w czasie rzeczywistym bez instalowania AMI. Połączenie instalacji AMI z dwukierunkową komunikacją, pozwalającą na przesyłanie cen w czasie rzeczywistym spowodowało jeszcze większe oszczędności (pozycje 5–7, 10–18, 21 tabeli 2.13). Dane zawarte w tabeli 2.13 wskazują na wysoki potencjał, jaki niesie ze sobą zmiana zachowań użytkownika, w zależności od technologii dostępu i rodzaju informacji. Istotne jest znalezienie optymalnej kombinacji urządzeń, AMI, paneli sterujących i połączenie ich poprzez Infrastrukturę Sieci Domowej (ISD) w jeden system reagujący na potrzeby użytkownika i wysyłane przez dostawcę sygnały w czasie rzeczywistym. Dezagregacja danych o zużyciu energii oraz kontrola zużycia poprzez Infrastrukturę Sieci Domowej są kluczowymi czynnikami, które odróżniają oszczędność energii wynikającą z tradycyjnego systemu wysyłania informacji zwrotnej od systemu związanego z zastosowaniem rozwiązań Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej [Gilbert i in., 2010].

Trzeba jednak zauważyć, że technologie Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych dla osiągnięcia zmian w zwyczajach klienta, a tym samym osiągnięcia oszczędności w zakresie efektywności energetycznej, to rozwiązania niezwykle kapitałochłonne. Powadzone są więc badania nad rozwiązaniami, w których stosowane będą mniej kosztowne rozwiązania. PSE&G w USA zaprezentowało wyniki badań, w których porównano oszczędności energii w gospodarstwach domowych korzystających z systemu taryf TOU/CPP i wyposażonych w programowalne inteligentne urządzenie z oszczędnościami podobnych gospodarstw o takim samym systemie taryf, ale niewyposażonych w inteligentne urządzenia.

W projekcie pilotażowym myPower [Erickson i in., 2008] redukcję zużycia energii wykazały w sezonie letnim grupy użytkowników zarówno z programem taryf TOU, jak CPP. U klientów, u których zainstalowano panel, zaobserwowano większą redukcję dla okresów, w których wysyłano sygnały DSR, ale ich oszczędności w skali roku wynosiły 3,3% w porównaniu do 3,7% klientów bez panelu (projekt myPower). Co więcej, klienci bez paneli oszczędzali zużycie energii również w miesiącach zimowych. Redukcja była znacznie większa u odbiorców, którym zainstalowano programowalne termostaty komunikacyjne. W sezonie zimowym również wystąpiły oszczędności w zużyciu energii, ale znacznie mniejsze. W sezonie letnim odbiorcy wyposażeni w urządzenia klimatyzacyjne zasilane energią elektryczną, co pozwoliło im na sterowanie zużyciem energii, redukowali swoje zużycie energii. W sezonie zimowym niewielka grupa badanych odbiorców posiadała urządzenia grzewcze zasilane energią elektryczną, stąd redukcja była znacznie mniejsza. Grupa odbiorców, którym przesyłano jedynie informacje (bez programowalnych termostatów komunikacyjnych), wykazała w obu sezonach podobną redukcję, a w badanym okresie zaoszczędzili 5,4% energii (grupa wyposażona w termostaty 3,3%). Odbiorcy, którzy otrzymywali tylko informacje, musieli zmienić swoje zwyczaje związane z korzystaniem z energii, aby w okresie letnim osiągnąć znaczne korzyści. Odbiorcy z termostatem musieli jednokrotnie dokonać programowania urządzenia w okresie letnim, bez zmiany zachowań, a w zimowym zmienić swoje przyzwyczajenia w niewielkim zakresie. W skali 10 punktowej obie grupy oceniły swoją satysfakcję na ponad 7 punktów (7,4 posiadacze termostatów i 7,7 odbiorcy z dostępem do informacji). Głównym motywem przystąpienia do programu i satysfakcji była chęć zmniejszenia rachunku za energię (comiesięczne rachunki zawierały aktualną wartość i przewidywaną bez udziału w programie), niemniej jednak część z badanych oczekiwała większych efektów finansowych (projekt myPower) [Erickson i in., 2008].

Badania te wskazały, że nieustanne zwracanie uwagi na zużycie energii może wywoływać trwalsze zmiany w zwyczajach związanych z jej użytkowaniem [Gilbert i in., 2010].

Przykład połączenia programu efektywności energetycznej i reakcji strony popytowej stanowi projekt pilotażowy Westchester $mart Home prowadzony przez NYSERDA w 2004 r., którego grupą docelową byli zamożni odbiorcy z Westchester County. Program poprzedzony był szeroką kampanią informacyjną, w której gospodarstwa domowe były odwiedzane przez pracowników firmy doradzających w zakresie oszczędzania energii. Prawie połowa uczestników programu przystąpiła do niego z powodu oczekiwanych zysków związanych z efektywnością energetyczną. Byli zainteresowani oszczędnościami finansowymi oraz możliwością kontroli i oceny wyników działania. Druga część grupy była bardziej zainteresowana możliwością posiadania nowej technologii i możliwością dostępu danych o zużyciu energii sprzętów domowych [Stanton-Hoyle, 2004].

Projekt Energy-Smart Pricing Plan prowadzony w Chicago w 2002 r. na 1100 gospodarstwach domowych jest pionierskim programem pilotażowym, testującym rozwiązania RTP. Ponad połowa uczestników programu wykazała duże zainteresowanie i reakcję na sygnały wysokich cen. Działania podejmowane przez użytkowników mieściły się głównie w kategorii oszczędzania energii (wyłączenie systemu klimatyzacji, światła, prania w godzinach nocnych). Prawie 40% badanych kontynuowało takie zachowania po okresie szczytowych cen. Główną motywacją uczestników programu były oszczędności finansowe, ale część uczestników była zainteresowana osiągnięciem efektów korzystnych dla środowiska i zmniejszeniem prawdopodobieństwa wystąpienia przerw w dostawie prądu. Średnie oszczędności wynosiły około 20% miesięcznie. Po zakończeniu programu 78% uczestników oceniło efekty związane ze zmianą zachowań korzystania z energii jako pozytywne i uświadamiające [Star i in., 2006].

W Projekcie Power Choice (2004) testowano taryfy dynamiczne w sektorze gospodarstw domowych (TOU z CPP). Klientom zainstalowano urządzenia pozwalające na kontrolę urządzeń i odbieranie sygnału cenowego co godzinę. Głównym celem programu była redukcja obciążenia w okresach szczytowych, ale program miał wpływ na długookresowe działania odbiorców związane z EE (59% odbiorców wymieniło żarówki na energooszczędne, 11% wymieniło okna, 9% zmieniło lodówki na klasę energooszczędną, 5% wymieniło klimatyzatory, 5% dokonało ocieplenia ścian). Po zakończeniu programu 95% uczestników uznało, że przenoszenie obciążenia na okresy pozaszczytowe stało się dla nich nowym nawykiem [York, Kushler, 2005]. Akceptację taryf TOU i przeniesienie obciążenia poza obszar godzin szczytowych uzyskano także w projekcie szwedzkim testującym rozwiązanie dla 50 gospodarstw domowych w sezonie letnim i zimowym trzech kolejnych lat, notując większy spadek zużycia energii w sezonie zimowym [Bartush i in., 2011].

Inteligentne Sieci Elektroenergetyczne oznaczają nie tylko wykorzystanie powyższych mechanizmów, ale również zastosowanie narzędzi inteligentnych do optymalizacji zużycia i adaptacyjnego przystosowywania się do bieżących zachowań użytkownika. Zastosowanie tych rozwiązań może przyczynić się do zmian w zakresie długookresowych wyborów. Istotne jest również, jak trwałe będą zmiany w zachowaniu użytkowników. Z badań prowadzonych przez Pacific Northwest National Laboratory na temat oszczędności wynikających ze zmian zachowań wynika, że mniej niż 10% efektów długookresowych mijało po roku [Pratt i in., 2010]. Z kolei, z badań Electric Power Research Institute wynika, że zmiany w zachowaniach utrzymują się, jeśli są kształtowane minimum 3 miesiące i przez cały czas klient otrzymuje informacje na temat zużycia energii [EPRI, 2008].

Włochy są jednym z pierwszych krajów, w którym masowo instalowano nowe liczniki. Pierwsze wprowadzane liczniki nie były jednak wyposażone w panel komunikacyjny. Od 2010 r. stopniowo wprowadza się system taryf stre-

fowych (TOU). W regionie Trento przeprowadzono badania porównawcze wpływu wprowadzenia systemu taryf wielostrefowych na przesunięcie obciążenia. Porównano analogiczne okresy całego roku obowiązywania taryf jednostrefowych z okresem następnego roku, w którym wprowadzono TOU. Inteligentne liczniki zainstalowano w wyżej wymienionym obszarze na dwa lata przed wprowadzeniem badania. Prowadzone były odczyty z infrastruktury opomiarowania w przedziałach 15-minutowych i dano odbiorcom możliwość dostępu do informacji o konsumpcji energii. Przed wprowadzeniem taryf wielostrefowych przeprowadzono akcję edukacyjno-promocyjną w postaci załączników do trzech ostatnich papierowych faktur [Torriti, 2012a]. Wyniki badań wskazały, że wprowadzenie TOU, w miejsce taryf jednostrefowych, zaowocowało wzrostem konsumpcji energii o średnio 13,69% w porównaniu do okresu obowiązywania taryf jednostrefowych, jednocześnie średnia cena energii za dzień spadła o 0,10 euro (najwięcej oszczędności zauważonego w porannym okresie szczytowym), a rachunki za energię o 2,21%. Wprowadzenie systemu TOU wpłynęło znacznie na rozproszenie obciążenia i złagodzenie okresów szczytowych, ale zauważono, że poranny okres szczytowy zmniejszył się i przesunął na wcześniejsze godziny. Wieczorny okres szczytowy nie zniknął, ale zmienił swój kształt, pojawił się nowy około godziny 21.00, co może świadczyć o tym, że odbiorcy są bardzo przywiązani do tradycji wieczornego spożywania kolacji i oglądania TV, a bodziec cenowy był zbyt słaby, aby tego typu zachowanie zmienić. Dodatkowo pojawił się nowy okres szczytowy około godz. 16.00, który nie występował w taryfach jednostrefowych. Może to świadczyć o tym, że odbiorcy przenieśli część popytu na okres obowiązywania niskich cen i unikali korzystania z energii w okresach przed zmianą cen na szczytowe [Torriti, 2012a].

Wyniki badań wprowadzenia systemu taryf statycznych w miejsce taryf jednostrefowych wskazują na następujące prawidłowości [Torriti, 2012a]:

- Stosunkowo niewielkie zmiany w rozproszeniu obciążenia mogą łączyć się z niezmiennością natury pewnych działań związanych z konsumpcją energii i zależą bardziej od koordynacji w czasie działań odbiorców niż od ceny;
- W przypadkach, gdzie obserwowane były przesunięcia popytu, nie zawsze pokrywały się one ze zmianami cen w taryfach;
- Wprowadzenie systemu taryf statycznych nie spowodowało braku występowania okresów szczytowych, co może oznaczać kwestionowanie zasadności wprowadzenia tego typu systemów w celu ich redukcji. Lepszym rozwiązaniem mogą być np. systemy taryf czasu rzeczywistego;
- Pojawienie się nowego okresu szczytowego i przeniesienie porannego okresu szczytowego. Oznaczać to może, że wprowadzenie taryf dla okresów szczytowych nie było dobrze zaplanowane, mogło wiązać się z obowiązkiem przystąpienia do programu wszystkich odbiorców gospodarstw domowych badanego obszaru oraz źle dopasowano system cen w taryfie.

Badania w zakresie akceptacji nowych rozwiązań związanych z zarządzaniem zużyciem energii prowadzone są nie tylko w projektach, których celem jest testowanie nowych rozwiązań DSR, ale też projektach dotyczących nowej infrastruktury sieci elektroenergetycznej. W projekcie Moremicrogrid, którego celem było określenie warunków stosowania mikrosieci [Pamuła, Zieliński, 2009a, b], oprócz wniosków w zakresie technicznych rozwiązań, badano akceptację społeczną proponowanych rozwiązań [Hatziargyriou, 2009]. Do najważniejszych wniosków w tym zakresie należą:

– W sterowaniu pracą mikrosieci należy zwrócić szczególną uwagę na unikanie przerw w dostawie energii, które mogą być irytujące dla mieszkańców;
– Odbiorcy akceptują instalację inteligentnych urządzeń działających automatycznie w zakresie kontrolowania obciążenia;
– Odbiorcy akceptują działania, które wymagają współpracy z inteligentnymi kontrolerami;
– Większość odbiorców preferuje podłączenie do sieci publicznej, nie wykazując większego zaangażowania i „przywiązania" do lokalnego systemu mikrosieci ze źródłami PV, tylko niewielka grupa wykazuje większe zainteresowanie projektem;
– Odbiorcy nie chcą brać odpowiedzialności za działanie systemu i nie są zainteresowani własnością sieci. Powodem może być badany obszar (badania były prowadzone w obszarze domków letniskowych, w których właściciele przebywali tylko w czasie wakacji) i potrzeba wsparcia technicznego;
– Istotne jest wprowadzenie lub przynajmniej wyjaśnienie odbiorcom systemu negocjacji prowadzonego przez aplikacje sterujące, w tym systemu negocjacji prowadzonego przez mulit agentów, w celu równego dostępu wszystkich odbiorców (sąsiadów) do dostępnych zasobów energii;
– Wprowadzenie systemu zrządzania kilkoma źródłami energii i popytem grupy konsumentów poprawiło efektywność i zarządzenie siecią;
– Oferta podobnych systemów operatora (w tym wypadku grecki CRES) u innych odbiorców (spoza badanego obszaru) okazała się niemożliwa ze względu na bardzo różne warunki i duże zróżnicowanie oczekiwań klientów;
– Odbiorcy nie są zbyt mocno zainteresowani aspektami ekologicznymi i nie widzą dodatkowych wartości w możliwości zasilania „zieloną" energią.

Projekt BeyWatch[15] również prowadzi badania w zakresie motywowania odbiorców do działań ograniczających emisję dwutlenku węgla w całym łańcuchu dostaw energii. Rezultaty projektu u odbiorców grupy gospodarstw domowych wykazały, że [BeyWatch, 2013]:

---

[15] Otrzymał nagrodę za najlepszy projekt w zakresie rozwiązań informatyczno-komunikacyjnych dla programów efektywności energetycznej. http://www.beywatch.eu

– postrzegają oni usługi związane z użyciem energii jako bardzo innowacyjne i atrakcyjne; wyrażają chęć przystąpienia do tego typu programów po odpowiednich kosztach (mierzonych jako oszczędności lub poczucie komfortu);

– odbiorcy preferują rozwiązania automatyczne (np. rozwiązania z systemami inteligentnych agentów), zwłaszcza dla urządzeń, których działanie jest dla nich mniej istotne;

– doceniają działania edukacyjne, zwłaszcza elementy systemu komunikacji, które informują o zużyciu energii w czasie rzeczywistymi i personalizują porady w zakresie potencjalnych możliwości oszczędności.

W Polsce w projekcie „Inteligentna Energia RWE" przeprowadzonym w Warszawie w 2012 r. analiza wyników badania pokazała wzrost świadomości wpływu racjonalnego korzystania z energii elektrycznej na poziom jej zużycia. Po okresie testowego działania programu w 182 gospodarstwach domowych, w przebadanych 95 wyniki wskazały, że [Kierzkowska, 2013]:

– 12% więcej mieszkańców stwierdziło, że ma bezpośredni wpływ na wysokość rachunków,

– około 7% potrafi swoim zachowaniem obniżyć koszty energii,

– 9% więcej stara się oszczędzać energię elektryczną.

Jednocześnie badania wykazały wpływ projektu DSR na efektywność elektroenergetyczną, albowiem nastąpiły następujące zmiany zachowań:

– 14% więcej ankietowanych wyłącza z sieci przed snem urządzenia elektryczne, np. telewizor, komputer,

– 11% więcej osób pamięta o wyciąganiu z gniazdka ładowarki do telefonu bądź innych urządzeń.

Jednym z największych przedsięwzięć pilotażowych był, ustanowiony przez Commonwealth Edison (ComEd) w 2009 r., plan o nazwie Smart Grid Innovation Corridor obejmujący 10 społeczności w Chicago i kilka projektów podzielonych na obszary: AMI, inteligentne podstacje, integracja pojazdów elektrycznych i hybrydowych. Projekt ComEd Customer Application Pilot (CAP) zakładał zaawansowane badania w zakresie reakcji klienta na różne oferty, programy taryf i ceny energii. Interesariusze projektu wnosili obawy na temat przesadnej reakcji odbiorców na sygnały DSR (w tym narażenia zdrowia i bezpieczeństwa) lub też karania za brak reakcji. W projekcie przyjęto zasadę, że losowo wybrani odbiorcy mogą występować z programów po przejściu odpowiednich procedur. Testowanie zachowań odbiorców wykazało, że odbiorcy byli niechętni rozwiązaniom, gdzie odejście od programu wymaga aktywnych działań [Cooper, Jones, 2012].

Wyniki tych badań wskazują również, że możliwość dobrowolnego uczestnictwa w pilotażowych programach ISE może zachęcać odbiorców zainteresowanych odpowiedzią na sygnał rynkowy lub bodziec ograniczania zanieczyszczania środowiska do wyboru efektywnego, według nich, programu. Ocena programu ComdEd CAP przeprowadzona przez EPRI wykazała, że niewielka liczba

uczestników odpowiadała za znaczną redukcję obciążenia. Oznacza to jednak, że skośność taka może prowadzić do błędnej ekstrapolacji wyników na akceptację technologii ISE w szerszym kontekście, ponieważ zmiany w zachowaniach przystępujących dobrowolnie do programów nie muszą być reprezentatywne dla większych, losowo wybranych prób odbiorców na danym obszarze [Cooper, Jones, 2012].

Istotnym doświadczeniem tego projektu jest wskazanie na istotę działań promocyjnych w zakresie rozwiązań ISE. Działania promocyjne muszą dotyczyć realnych korzyści, nie zaś nieosiągalnych na razie obietnic. Proces angażowania odbiorcy powinien odbywać się etapami [Pamuła i in., 2012].

Możliwość obserwowania oszczędności wynikających z programów DSR i EE będzie możliwa dzięki szczegółowym analizom wykonywanym na podstawie danych z rachunków i analizy wzorców zachowań. Pozwoli to na eliminację nieefektywnych dla klienta działań oszczędnościowych oraz promocję programów, które wcześniej mogły nie być opłacalne. Umożliwi także szerokie zastosowanie programów DSR oraz usprawnienia w tworzeniu ofert programowych. W tradycyjnych programach DSM zwykle przeznaczano około 3% kosztów na programy mierzenia efektywności. Raport Departamentu Energii USA [Pratt i in., 2010] sugeruje, że zamiast krótkookresowych programów oceny lepiej przygotować długofalowe programy ocen, pozwalające na mierzenie efektów czasie.

Podsumowując doświadczenia przytoczonych projektów, można wyciągnąć następujące wnioski:

– prowadzenie projektów pilotażowych jest niezbędnym elementem procesu wdrażania programów zarządzania popytem, który pozwala na ocenę przygotowanego rozwiązania, w tym przygotowany system taryf;
– instalowanie urządzeń wyświetlających informację o efektach podejmowanych działań zwiększa efektywność działania programów DSM (w tym DSR);
– możliwe jest wykształcenie długofalowych zmian w zachowaniach odbiorcy energii, zwłaszcza jeśli proces wyświetlania informacji zwrotnej o zużyciu energii będzie kontynuowany;
– synergia programów reakcji strony popytowej i programów efektywności energetycznej przynosi lepsze efekty wprowadzanych programów;
– istnieje konieczność przeprowadzania badań oczekiwań odbiorców energii, po pierwsze, aby ocenić stopień zainteresowania udziałem, po drugie, by dopasować odpowiednio ofertę programów DSR;
– wprowadzane programy muszą mieć zdefiniowane cele osiągalne przez odbiorców w trakcie działania projektu;
– istnieje konieczność zbadania czynników zarówno motywujących odbiorców do przystąpienia do projektu, jak i demotywujących udział;
– przeprowadzenie procesu rekrutacji programów pilotażowych powinno być dokładnie zaplanowane;

– prowadzenie kampanii promocyjno-edukacyjnych skorelowanych z programami DSM wpływa pozytywnie na efekty projektu.

Odbiorcy wykazują zainteresowanie rozwiązaniami Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej i w większości akceptują instalację inteligentnych urządzeń działających automatycznie, a także podejmują działania, które wymagają współpracy z inteligentnymi kontrolerami, zwłaszcza gdy mają możliwość obserwacji efektów swoich działań. Aby masowo wprowadzać rozwiązania Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej potrzebne jest przygotowanie modelu angażowania odbiorców w projekty reakcji strony popytowej.

3. Odbiorcy na rynku energii

3.1. Istota i znaczenie segmentacji odbiorców grupy gospodarstw domowych dla zarządzania popytem na energię

Zarządzanie popytem na energię wymaga właściwego określenia grup odbiorców, do których będą kierowane programy reakcji strony popytowej. Segmentacja odbiorców jest jedną z fundamentalnych koncepcji marketingu, kluczową w aspekcie tworzenia wartości [McDonald, 2013]. Segmenty rynku są definiowane jako „względnie jednorodne (homogeniczne) grupy nabywców, które różnią się między sobą potrzebami, pragnieniami, oczekiwaniami, zasobami, miejscem zamieszkania, postawami, zwyczajami, reakcjami na dany produkt i innymi cechami potencjalnych i aktualnych klientów" [Korzeniowski, 2010]. Przedsiębiorstwa przeprowadzają proces segmentacji klientów oraz definiują profile otrzymanych segmentów [Kotler, 2002], aby lepiej dopasować ofertę rynkową. Segmentacja jest istotna zwłaszcza dla wprowadzenia na rynek nowych innowacyjnych rozwiązań, gdyż proces ich adaptacji jest rozłożony w czasie i niejednakowy dla wszystkich klientów [Rogers, 1962].

Na decyzje klientów w zakresie przystępowania do programów reakcji strony popytowej i efektywności energetycznej wpływa szereg rożnych czynników. Efekty podejmowania decyzji podczas udziału w programach są zdywersyfikowane w różnych grupach klientów.

Segmentacja była i jest wykorzystywana przez dostawców energii od lat w różnych celach, zwykle w przypadku wystąpienia konkretnych potrzeb biznesowych i możliwości określenia zwrotu z zysku z konkretnej propozycji. W dystrybucji energii są to zazwyczaj segmentacje związane z prognozowaniem obciążenia i modelowaniem predykcyjnym ryzyka niewypłacalności. Dotychczas klasyfikacja odbiorców w przedsiębiorstwach energetycznych była dokonywana w oparciu o [Malko Wilczyński, 2006]: istniejące grupy taryfowe, poziom napięć zasilania odbiorców, wielkość zużycia energii w określonym okresie (najczęściej roku), stopień wykorzystania mocy w danym okresie, a w przypadku odbiorców przemysłowych również według rodzaju prowadzonej działalności.

Jednym z podstawowych czynników decydujących o powodzeniu wprowadzania Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych jest masowa zmiana w zachowaniach użytkowników energii. Programy efektywności energetycznej i programy reakcji strony popytowej powinny być kierowane do odpowiednich grup

odbiorców [Moss, Cubed, 2008]. Rynek odbiorców gospodarstw domowych musi podlegać segmentacji ze względu na wzorce nawyków korzystania z energii i podobne reakcje na sygnały otrzymywane od dostawcy.

Szacowanie wzrostu zapotrzebowania na energię w oparciu o wzorce zachowań i dane urządzeń w gospodarstwach domowych jest trudnym i nowym zadaniem dla dostawców energii, wymagającym wielowymiarowych modeli statystycznych. Segmentacja jest domeną określonych modeli statystycznych i badań, ale zależy również od oceny biznesowej i procesu iteracyjnego uczenia się. Z doświadczeń dostawców energii w USA wynika, że mierzalny sukces segmentacji wymaga wysokich nakładów i procesu dojrzałości zasobów oraz określonego celu biznesowego pozwalającego na zaprojektowanie procesu segmentacji [Kaufmann i in., 2010].

Segmentacja prowadzona dla potrzeb marketingu programów reakcji strony popytowej ma inny charakter niż segmentacje prowadzone ze względu na grupę taryfową i segmentacje dla oceny ryzyka braku płatności odbiorcy. Czynniki motywujące odbiorców są różne, w wielu przypadkach początkowe zainteresowanie spada po uzyskaniu szczegółowych informacji o zużyciu energii (por. rozdz. 2.2). Celem segmentacji w przypadku programów reakcji strony popytowej i programów efektywności energetycznej jest zmiana zachowań konsumentów energii i wyodrębnienie grup o określonych skłonnościach, takich jak: skłonność do ryzyka, skłonność do podejmowania odważnych decyzji (np. zmiany dostawcy czy instalacji generatora energii ze źródeł odnawialnych). Równie istotne dla procesu segmentacji są: elastyczność dochodowa i cenowa popytu, czynniki społeczno-demograficzne, postawy i zachowania poszczególnych grup klientów, zainteresowanie usługami dodatkowymi, preferowane kanały komunikacji i sprzedaży, szacowana wartość klientów dla firmy. W procesie tworzenia grup odbiorców energii dla potrzeb programów reakcji strony popytowej wykorzystywana jest segmentacja behawioralna. Dokonując segmentacji populacji klientów na podstawie zdefiniowanych zachowań, dostawcy energii mogą projektować proces edukacji i strategie angażowania w kierunku zachęcania odbiorców do zmian zachowań, zgodnie z pożądanymi wzorcami, zwykle innymi niż dotychczasowe preferencje. Tak wyodrębniona segmentacja jest bazą do planowania działań marketingowych z wykorzystaniem narzędzi i algorytmów podnoszących efektywność działań, związanych z zaangażowaniem klienta w zmiany na rynku energii.

Badania nad segmentacją odbiorców gospodarstw domowych w zakresie przygotowania do uczestnictwa w programach DR i EE są obecnie prowadzone w trzech głównych nurtach [Zhang i in., 2012; Swan, Ugursal, 2009]: z wykorzystaniem metod statystycznych badających dane ekonomiczno-infrastrukturalne, których celem jest znalezienie czynników wpływających na zużycie energii, metod socjologiczno-psychologicznych, badających postawy odbiorców wzglę-

dem zachowań proekologicznych, prowadzących do zmian w zwyczajach związanych z korzystaniem energii oraz poprzez badanie profili krzywych obciążenia budynków mieszkalnych i analizy czynników powodujących ich zróżnicowanie [Dent i inni, 2012]. Konsumpcja energii w gospodarstwie domowym jest złożonym zagadnieniem, na który składają się cechy samego mieszkania (typ budynku, jego kubatura, typ ogrzewania), wykorzystywane w nim urządzenia i sprzęty oraz aktywności mieszkańców w ciągu doby [Torriti, 2012b]. Niektóre typy segmentacji wykorzystują czynniki makroekonomiczne, takie jak ceny paliw i inflację jako czynnik korygujący potencjalne zużycie energii.

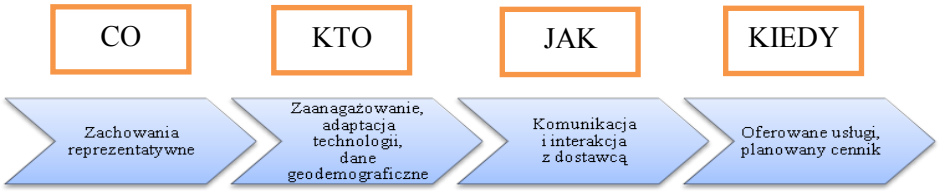
Metody wykorzystywane w tworzeniu segmentacji stosują podejście oddolne lub odgórne. Podejście odgórne, bazujące na danych historycznych za pomocą regresji liniowej i modeli ekonometrycznych, poszukuje zależności między zmiennymi. Podejście oddolne, bazujące na indywidualnych charakterystykach i zwyczajach każdego gospodarstwa domowego, stara się znaleźć wspólne wzorce [Zhang i in., 2012; Swan, Ugursal, 2009].

W segmentacji na podstawie profili krzywych obciążenia wykorzystywane są dwa podejścia w wyznaczaniu profilu zużycia energii gospodarstwa domowego. Pierwsze polega na podejściu oddolnym i agregacji profili poszczególnych urządzeń, co wymaga dokładnej znajomości profili każdego urządzenia, ale daje możliwość symulacji i oszacowania zużycia energii dla różnych wariantów wyposażenia, różnych typów gospodarstw domowych, różnych okresów korzystania [Dent i in., 2011]. Drugie podejście, odgórne, polega na analizowaniu zużycia energii w całym gospodarstwie domowym, bez rozdzielania na poszczególne urządzenia, poprzez wykorzystanie narzędzi *data mining* i znajdowaniu charakterystyk podobieństwa do innych gospodarstw domowych [Dent i in., 2011].

Proces doboru ofert programów DR dla odbiorcy może obejmować kolejne działania przedstawione na rysunku 3.1 [Shaw i in., 2012]:

- Zbadanie, co charakteryzuje zachowania odbiorców w zakresie korzystania z energii,
- Zbadanie, kto stanowi grupę odbiorców;
- Określenie, jak odbiorcy chcą komunikować się z dostawcą;
- Ustalenia, kiedy wprowadzać określone programy DR i inne usługi.

Znaczenie kierowania odpowiednich ofert taryf do segmentów gospodarstw domowych o różnym poziomie zużycia energii i różnych dochodach zostało zbadane już w pierwszych instalacjach pilotażowych. Przykładem są badania przeprowadzone w Kalifornii w latach 2003–2004 w grupie 457 gospodarstw domowych [Herter, 2007]. W badaniach przyjęto podział gospodarstw domowych ze względu na zużycie energii na dwie grupy: o niskim zużyciu energii (do 600 kWh/miesiąc) i o wysokim zużyciu (powyżej 600 kWh/miesiąc). Ze względu na dochody stosuje się podpodział na trzy grupy: niskie, średnie i wysokie.



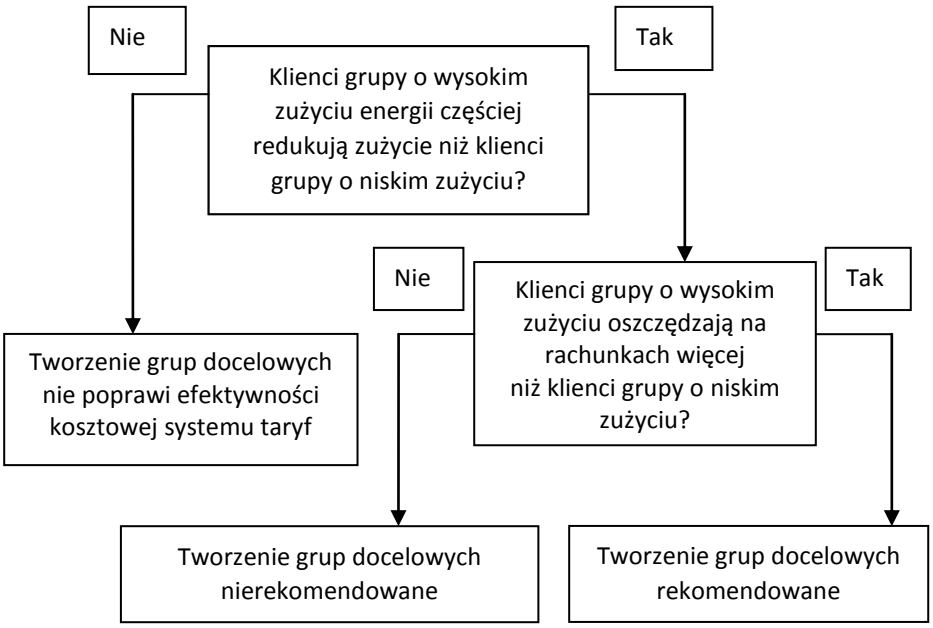
Rys. 3.1. Proces doboru ofert programów DR dla odbiorcy energii
Źródło: [Shaw i in., 2012]

Badanie zostało przeprowadzone dla taryf CPP (Krytycznych Cen Szczytowych). Wyniki badań wykazały, że klienci o wysokim zużyciu energii znacznie częściej redukowali obciążenie ilościowo w kWh, natomiast klienci o niskim zużyciu energii wykazali wyższy procentowy współczynnik spadku wartości rachunków za energię. W celu poprawy efektywności kosztowej taryfy CPP powinny być kierowane do wybranych klientów.

W konstruowaniu ofert reakcji strony popytowej istotne znaczenie ma przygotowanie odpowiednich taryf dla klientów, którzy potencjalnie przyczynią się do największej redukcji obciążenia. Strategia, w której oferty programów reakcji strony popytowej są kierowane do klientów o najwyższym zużyciu energii, w oczekiwaniu na wysokie redukcje rachunku nie zawsze jest efektywna. Istotne jest prawidłowe stworzenie segmentów i grup docelowych odbiorców. Przed decyzją o tym, czy istotne jest wyznaczanie grup docelowych należy sprawdzić, czy w danej grupie klientów da się wyróżnić segmenty, które reagują w różnorodny sposób na sygnały DR. W przypadku wystąpienia znaczących odchyleń istotne jest zbadanie wpływu programu na rachunki za energię odbiorców w tych samych grupach. Jeśli klienci, którzy reagują elastycznie, zyskują finansowo, podczas gdy reagujący mniej elastycznie, finansowo tracą, wskazane jest stosowanie strategii celowej segmentacji ofert CPP. Jeśli nie występują różnice w reakcji na sygnały DR oraz nie ma różnic w bonifikatach finansowych rachunków, nie należy wprowadzać strategii tworzenia grup docelowych. Zwykle grupa użytkowników o wysokim zużyciu energii powinna stać się grupą docelową, do której kierowane będą oferty Krytycznych cen szczytowych (CPP). Proces decyzyjny określania konieczności przygotowania ofert typowanych dla klientów o wysokim zużyciu energii (bez analizy efektywności kosztów wprowadzenia taryf CPP) przedstawiono na rysunku 3.2. W przypadku klientów z grup o niskim zużyciu energii, niezależnie od wielkości redukcji, zasadne może być wprowadzenie implementacji pełnego systemu taryf CPP [Herter, 2007].

Jeśli głównym celem implementacji CPP przez dostawcę energii jest reglamentacja i równość w potencjalnych opłatach dla klientów, bez brania pod uwagę akceptacji ze strony klienta oraz bez efektywności kosztowej, to rekomendowanym działaniem jest stosowanie pełnowymiarowego, obowiązkowego syste-

mu taryf CPP. W tym systemie wszyscy klienci otrzymują takie same wysokie ceny w okresach szczytowych, niezależnie od charakterystyki klienta. Zwykle wprowadzenie takiego systemu przez dystrybutora energii budzi duże zastrzeżenia wśród społeczności, w której system jest wprowadzany. Lepszym rozwiązaniem jest wprowadzenie nawet minimalnej możliwości akceptacji poprzez system dobrowolnego lub domyślnego systemu taryf. W obu przypadkach klient ma do wyboru przynajmniej jedną taryfę. W przypadku dobrowolnego systemu taryf klienci sami muszą określić taryfę, wybierając opcję przełączenia na nową taryfę CPP.



Rys. 3.2. Proces decyzyjny stosowania celowej segmentacji dla taryf CPP
Źródło: [Herter, 2007]

W przypadku domyślnego systemu taryf klienci są automatycznie przełączani na nową taryfę i sami muszą wybrać opcję przełączenia na taryfę alternatywną [Herter, 2007]. Istotne we wprowadzaniu tych programów są stawki proponowane za przystąpienie do programów. W Kalifornii, w systemie taryf dobrowolnych, klientom przystępującym do programu CPP oferowano 20% bonus. Pod koniec programu duża część klientów chciała pozostać w programie taryf CPP, nawet gdy ofertę bonusową zredukowano do 10%.

Udział klientów w programach dobrowolnych i domyślnych systemach taryf CPP, w stosunku do programów obowiązkowych, ma dwa zasadnicze ograniczenia, przynajmniej do czasu wypracowania przez dostawcę systemu taryf prawidłowo odzwierciedlającego ryzyko [Herter, 2007]:

– redukcja energii w okresach szczytowych jest mniejsza niż miałoby to miejsce w przypadku 100% uczestnictwa danej społeczności,

– dobrowolny system taryf CPP może stworzyć mechanizm autoselekcji, w którym gospodarstwa domowe o niskim poziomie redukcji szczytowej zużycia energii zyskiwałyby na korzystaniu z taryf czasowych, a gospodarstwa o wysokiej redukcji zyskiwałyby na systemie taryf niezmiennych.

Dodatkowo długoterminowe reakcje i korzyści klienta mogą zależeć bardziej od struktury wskaźników i całego systemu obsługi klienta niż od warunków przystąpienia do programu [Herter, 2007].

Wybór pomiędzy zastosowaniem dobrowolnego, domyślnego i obowiązkowego systemu taryf CPP zależy od wielu czynników: ekonomicznych, politycznych, społecznych. Niemniej jednak najistotniejszy jest poziom akceptacji przez odbiorcę nowego systemu taryf. Jeśli przeprowadzone badania wykazują wysoki poziom akceptacji, należy rozważyć program obowiązkowy jako przynoszący najwyższe efekty. Jeśli oczekiwany poziom akceptacji jest niski lub też różni się znacznie w istotnych segmentach docelowej społeczności, rekomendowany jest system taryf domyślnych lub dobrowolnych [Herter, 2007].

Efektywność nowo wprowadzanego programu i reakcja odbiorcy jest większa, gdy jest on kierowany do odpowiednio określonej grupy osób. Tworzenie grup docelowych dla ofert programów reakcji strony popytowej powinno uwzględniać, oprócz standardowych procedur, następujące elementy [Roberts, Baker, 2003]:

– specjalne podejście dla klientów, których rachunki za energię rosną z roku na rok,

– programy doradztwa dla klientów, u których, po zainstalowaniu inteligentnych liczników, wskazania zużycia są wyższe niż w przypadku rachunków prognozowanych,

– zaprojektowanie krótkich reklam i komunikatów przyciągających uwagę, zachęcających do zainteresowania programami dającymi możliwość kontroli efektów podejmowanych działań,

– stworzenie specjalnej komunikacji, zwłaszcza dla klientów o wysokim zużyciu energii, i zwrócenie ich uwagi na możliwości zmian poprzez umieszczenie na rachunku, np. haseł typu: Twój rachunek za energię ciągle rośnie? *Chcesz wiedzieć, jak to zmienić zadzwoń..., napisz…*

Proponowane rozwiązania powinny być najpierw sprawdzone w procesie iteracyjnym na testowych grupach odbiorców. Zróżnicowanie grupy odbiorców oznacza przyjęcie pewnego rodzaju kompromisu, tak by jak największa grupa odbiorców była w stanie zaakceptować propozycję.

W przypadku gospodarstw domowych o niskich dochodach i niskim poziomie wykorzystywania energii w urządzeniach energochłonnych (np. ogrzewania) istotne jest, czy są w ogóle w stanie ograniczyć wydatki na ogrzewanie, decydując się na znaczne obniżenie komfortu cieplnego.

3.2. Doświadczenia w tworzeniu segmentacji i wyznaczaniu grup docelowych do programów reakcji strony popytowej

W projekcie prowadzonym przez J. D. Power Association, we współpracy z 18 dużymi dostawcami energii w USA, dokonano badań na grupie ponad 38 090 gospodarstw domowych, w celu przeanalizowania preferencji zachowań odbiorców. Badania prowadzono na zasadzie kompletowania pytań w postaci: podejmowane działanie – przewidywane korzyści [Shaw i in., 2012].

Badania te wykazały, że można na tej podstawie wydzielić pewne grupy określonych zachowań. Z jednej strony można wyróżnić grupę odbiorców absolutnie niechętnych i niepoddających się procesom kontroli zachowania i oszczędności energii. Ich preferencje zachowań związanych z wykorzystywaniem energii odzwierciedlają brak: zainteresowania inteligentnymi urządzeniami i aplikacjami, poglądu na efekt cieplarniany i zmianę klimatu, sens gospodarowania i oszczędzania energii. Ta grupa klientów będzie konsumentem energii w takim zakresie, w jakim stać ją będzie na zakup przy proponowanych stawkach, bez próby optymalizacji działań. Na drugim biegunie można umieścić grupę odbiorców żywo zainteresowanych korzystaniem z nowych technologii, zarządzaniem energią i zachowaniami proekologicznymi, w tym konsumpcją „zielonej" energii. W grupach pośrednich, pomiędzy wymienionymi dwoma, można wyróżnić pewne fundamentalne charakterystyki zachowań, ale mogą się one różnić na poziomie krajowym, regionalnym czy lokalnym i zależeć od konkretnych warunków klimatycznych, geograficznych oraz programów oferowanych przez dystrybutorów. We wszystkich tych grupach główną motywacją odbiorców jest czynnik kosztowy oraz wpływ na środowisko. Nawet odbiorcy o bardzo przychylnym nastawieniu do energii „zielonej" nie chcą wybierać rozwiązań nieprzekładających się na korzyści finansowe. W zależności od segmentu oferowane usługi i komunikacja pomiędzy dostawcą a odbiorcą muszą kłaść większy nacisk na jeden z elementów: koszt lub efekt wpływu na środowisko, a nie wzajemne wykluczanie tych opcji.

Dystrybutorzy energii będą musieli przeprowadzić taki proces segmentacji, planując jednocześnie pewne taktyczne działania marketingowe, w zależności od potrzeb biznesowych i możliwości wprowadzenia danych na ten temat do systemów informatycznych.

Pewnym rozwiązaniem jest tworzenie baz danych zbierających informacje pozwalające przypisać konkretny profil zachowań każdemu z gospodarstw domowych. W takim przypadku należy stworzyć odpowiednie algorytmy, np. statystyczne, przypisujące klienta do odpowiedniego profilu z akceptowalnym przedziałem ufności (prawdopodobieństwa).

Jednym ze sposobów tworzenia segmentów jest losowy wybór odbiorców z własnych baz danych dystrybutora oraz innych dostępnych baz danych o odbior-

cach i przeprowadzenie badań ankietowych w zakresie analizy behawioralnej. Pozwoli to na eksplorację wszystkich danych, zarówno dotyczących historycznych płatności oraz zużycia, jak i geodemograficznych. Połączenie tych danych z wynikami badań nad preferencjami zachowań oraz danymi o posiadanych przez odbiorcę urządzeniach pozwoli na zbudowanie algorytmów do tworzenia systemu profili odbiorców i przypisania odpowiedniego profilu każdemu klientowi.

Badania nad profilami zachowań odbiorców energii mogą jednocześnie określić strategie postępowania klientów w zakresie zaangażowania w rozwój rozwiązań Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych. Dla szczegółowych badań segmentacji istotne są [Roberts, Baker, 2003]:

1) Przesłanki zachowań – przyczyny wyboru określonej metody płatności, domowe standardy w zakresie oszczędności energii, historia płatności,
2) Stopień aktualnego zaangażowania – zainteresowanie analizą rachunku, preferencja analizy danych finansowych czy ilościowych,
3) Perspektywa zachowań związanych z korzystaniem z energii – zainteresowanie kosztem i zużyciem energii aktualnie posiadanych urządzeń, posiadany system ogrzewania, system oświetlenia,
4) Czynniki motywujące – czy istotne jest kontrolowanie rachunku, ograniczenie zużycia, wzorce zachowań, podejście do ochrony środowiska,
5) Reakcja na system komunikacji zwrotnej – łatwość używania, kompleksowość i adekwatność interpretacji, przejrzystość prezentacji, stymulacja do działania, prawdopodobieństwo zaangażowania po zakończeniu programu pilotażowego.

Badania J. D. Power wykazały różny stopień preferencji poszczególnych motywacji i zaangażowania. Analizie podlegało sześć grup planowanych zakresów usług, oferowanych w funkcjonalnościach Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych i liczników, w podziale na trzy obszary [Shaw i in., 2012]:

1) informacyjny:
– narzędzia analityczne – informacje na temat wpływu działań użytkownika na ilość zużywanej energii i/lub na środowisko;
– personalizowane alerty o przerwach w dostawach energii;
– personalizowane komunikaty w zakresie zużycia energii i kosztów;
2) motywacyjny:
– bodźce społeczne i inne motywacje wykorzystujące, np. aspekty społecznościowych gier symulacyjnych, pozwalających kształtować nowe nawyki w zakresie oszczędzania i zarządzania energią;
3) kontrolny:
– kontrola nad urządzeniami w gospodarstwie domowym, np. możliwość zdalnego sterowania;
– plan płatności – nadawanie priorytetu wydatkom w ograniczonym budżecie, możliwości korzystania z systemów przedpłatowych.

Wymienione usługi mają dla klientów poszczególnych segmentów różną wagę. Preferencje odbiorców w segmentach zidentyfikowanych przez J. D. Power prezentuje tabela 3.1 [Shaw i in., 2012].

Tabela 3.1. Preferencja usług odbiorców energii według segmentów

Segment/ % udziału w grupie badanej populacji	**Zachowania reprezentatywne**	**Charakterystyka zachowań**	**Preferowane usługi**
1	2	3	4
Obojętni 9%	Brak podejmowania działań.	Absolutny brak chęci podejmowania działań w zakresie zarządzania zużyciem energii.	Porównanie zużycia własnego w stosunku do podobnych gospodarstw domowych. Komunikaty o przerwach w dostawie energii podczas nieobecności w domu. Komunikaty o wpływie braku zasilania na członków rodziny. Informacja o prognozowanej wysokości rachunku na koniec miesiąca.
Nowicjusze 17%	Podejmowanie działań niewymagających ponoszenia kosztów, np. obniżenie temperatury ogrzewania. Wymagają programów edukacyjnych na temat możliwych metod zarządzania zużyciem energii.	Entuzjastycznie nastawieni do możliwości oszczędzania energii, ale nie bardzo wiedzą jak. Zwykle podejmowanym działaniem jest obniżenie temperatury podgrzewacza wody.	Informacja typu, ile potencjalnie można zaoszczędzić poprzez podjęcie określonego działania. Informacja typu, ile zaoszczędzono w wyniku podjęcia określonego działania.
Kontrolujący 21%	Proaktywne zarządzanie takimi urządzeniami, jak termostaty.	Sterują urządzeniami typu termostaty w celu ustawienia temperatury zapewniającej jednocześnie odpowiedni komfort i oszczędności.	Możliwość zdalnej kontroli urządzeń domowych. Informacja o zużyciu energii w danym dniu lub tygodniu. Uczestnictwo w programach oferujących bonusy typu kupony rabatowe na zakupy.
Oportunistyczni 29%	Ponoszenie pewnych ograniczonych kosztów, np. wymiany żarówek na energooszczędne w celu osiągnięcia oszczędności.	Najchętniej podejmują małe działania, o których wiedzą, że przynoszą redukcję zużycia energii, są korzystne dla środowiska.	Wyświetlenie bieżącego zużycia energii przez urządzenia domowe.

Tabela 3.1 (cd.)

1	2	3	4
Oportunistyczni 29%		Niechętnie inwestują w wyszukane, nowe technologie i nie kupują drogich urządzeń i sprzętów.	
Zwolennicy automatyzacji 13%	Zezwolenie dystrybutorowi energii na zdalną kontrolę i zarządzanie zużyciem energii w domu.	Uprawniają dostawcę energii do zarządzania takimi systemami, jak ogrzewanie czy klimatyzacja w zamian za system bonusów i oszczędności.	Możliwość ustanowienia budżetu na energię i alarmy w przypadku przekroczenia. Udział w programach płatności przedpłatowych.
Innowatorzy 11%	Inwestycja w wysoce energooszczędne nowe urządzenia i urządzenia wytwarzające energię, np. panele PV.	Odbiorcy chętnie inwestują w innowacyjne, sprzyjające środowisku, ale przynoszące korzyści finansowe, rozwiązania. Chętnie instalują OZE, mniej chętnie zmieniają swoje nawyki związane z korzystaniem z energii z tytułu niechęci do zmiany stylu życia lub też poprawnych nawyków.	Informacja, w jaki sposób zarządzanie energią wpływa na otoczenie.

Źródło: [Shaw i in., 2012].

Badania w zakresie segmentacji klientów przeprowadziło również w 2011 r. amerykańskie stowarzyszenie non-profit Smart Grid Consumer Collaborative[1], którego celem jest promowanie rozwiązań i korzyści związanych z modernizacją sieci elektroenergetycznych w USA. Badanie pod nazwą Consumer Pulse Research Program pozwoliło na wyodrębnienie pięciu segmentów klientów (tab. 3.2).

Badania prowadzane przez SGCC mają charakter cykliczny i dla potrzeb oceny zmienności zaangażowania odbiorców w programy reakcji strony popytowej i programy efektywności energetycznej opracowano indeks świadomości i przychylności dla Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej [SGCC, 2012–01]. Celem indeksu jest wprowadzenie miary dotyczącej:

- aktualnego stanu wiedzy odbiorców na temat ISE,
- poziomu przychylności odbiorców dla rozwiązań ISE.

[1] http://www.smartgridcc.org

Tabela 3.2. Segmenty odbiorców energii według badań SGCC

Segment/ % udziału w grupie badanej populacji	**Charakterystyka grupy**	**Zachowania reprezentatywne i motywacja**	**Preferowane usługi i programy**
1	2	3	4
Dobrze sytuowani (Easy Street) 20%	Wykształcenie wyższe. Najwyższy w badanej grupie dochód. Osoby w średnim wieku. Poglądy polityczne: głównie umiarkowani liberałowie, zróżnicowanie etnicznie.	Ceny energii nie stanowią zbyt wysokiej kwoty w budżecie. Zadowoleni z dotychczasowego sposobu korzystania z energii. Grupa trudna do motywacji w zakresie DR i EE. Akceptacja tylko prostych i łatwych w użytkowaniu rozwiązań. Wrażliwi bardziej na tematy ochrony środowiska i pozostawienia go dla następnych generacji niż na bodźce finansowe.	Nie są zbyt mocno zaangażowani w programy EE. Najczęściej ograniczają się do wyłączenia zbędnego oświetlenia. Uważają, że globalne ocieplanie jest zagrożeniem dla środowiska. Preferują taryfy CPP. Wykorzystują inteligentne liczniki do zarządzania energią. Preferują darmowe strony internetowe jako system komunikacji i zarządzania energią zamiast płatnych paneli sterujących. W przypadku, gdy panele są darmowe, preferują sterowanie poprzez panele.
Zrób to sam i zaoszczędź DoItYourself & Save 16%	Wykształcenie głównie średnie. Grupa zróżnicowana wiekowo 25–65+ lat. Rodziny wieloosobowe (z trojgiem dzieci lub więcej) o średnim dochodzie. Cenią wartości m.in. religijne. Poglądy polityczne: głównie konserwatyści.	ISE i programy EE są korzystne, bo pozwalają na oszczędności finansowe. Motywacją są bardziej oszczędności finansowe niż korzyści dla środowiska. Mogą podlegać wpływom wspólnot, w których są zrzeszeni, np. religijnych.	Duże zainteresowanie programami z taryfami TOU i CPP. Chęć samodzielnego sterownia zużyciem energii poprzez inteligentne liczniki. Mało zainteresowani programami ochrony środowiska. Preferują darmowe strony internetowe jako system komunikacji i zarządzania energią. W przypadku gdy panele są darmowe, preferują sterowanie poprzez panele.

Tabela 3.2 (cd.)

1	2	3	4
Zaangażowani zieloni Concerned Greens 31%	Wysoki poziom wykształcenia. Wysoki dochód. Głównie kobiety w średnim wieku od 25 do 54 lat. Poglądy polityczne: głównie umiarkowani liberałowie.	Przykładają dużą uwagę do ochrony środowiska. Inteligentne liczniki i ISE pozwolą na lepszą ochronę środowiska. Uważają, że rząd powinien promować rozwiązania i programy EE. Wrażliwi na motywacje ekologiczne, znacznie mniej na finansowe. Cenią nowe technologie, chętnie inwestują w rozwiązania pozwalające na lepsze zarządzanie energią.	Segment w pierwszej kolejności predysponowany dla wprowadzania programów DR i EE. Znajomość tematyki ISE. Największe zainteresowanie taryfami CPP, trochę mniejsze TOU. Ponad 90% populacji segmentu chętnie wykorzysta inteligentne liczniki do zarządzania energią. Preferują darmowe strony internetowe jako system komunikacji i zarządzania energią. W przypadku gdy panele są darmowe, preferują sterowanie poprzez panele.
Młodzi Young America 23%	Niski poziom wykształcenia. Niski poziom dochodów. Głównie młodzi ludzie. Rodziny posiadające dzieci do lat 18. Mieszkańcy budynków wielorodzinnych.	Chętnie będą oszczędzali pieniądze i środowisko, jeśli zostaną poinformowani, jak to robić. Widzą zagrożenia, jakie niesie globalne ocieplenie. Nie mają znajomości tematyki ISE. Motywacja zarówno finansowa, jak i ekologiczna. Potrzebują wielu programów edukacyjnych.	Segment dla wprowadzania programów długookresowych. Chętnie wykorzystują inteligentne liczniki do uzyskania informacji zwrotnych o efektach zarządzania energią. Zainteresowanie taryfami TOU i CPP mniej więcej na poziomie 50%. Preferują darmowe strony internetowe jako system komunikacji i zarządzania energią. W przypadku gdy panele są darmowe, preferują sterowanie poprzez panele.
Tradycjonaliści 11%	Relatywnie niski poziom wykształcenia. Średni dochód. Osoby starsze 25% populacji segmentu w wieku pow. 65 lat, przeważnie mężczyźni.	Nie widzą potrzeby wprowadzania ISE. Nie chcą zmieniać własnych nawyków zwłaszcza kosztem obniżenia komfortu życia w mieszkaniu.	Segment, w którym programy DR mogą przynieść najmniejsze korzyści. Niewielka część grupy chce kontrolować zużycie energii poprzez inteligentne liczniki.

1	2	3	4
Tradycjonaliści 11%	Głównie osoby wierzące. Poglądy polityczne: głównie konserwatyści.	Motywacja ekologiczna nie jest zbyt istotna, chyba że będzie oznaczała wzrost komfortu życia. Motywacja szybkich oszczędności może mieć znaczenie dla części segmentu.	Tylko około 10% wyraża zainteresowanie taryfami TOU i CPP. Preferują darmowe strony internetowe jako system komunikacji i zarządzania energią. W przypadku gdy panele są darmowe, preferują sterowanie poprzez panele.

Źródło: opracowanie na podstawie [SGCC, 2011–09].

Stan wiedzy i poziom przychylności są współczynnikami wyrażonymi w wartościach procentowych (liczonych jako procent odpowiedzi pozytywnych) z badanej populacji; proponowany indeks jest iloczynem tych dwóch wielkości. Wyniki analiz wykazały, że na przestrzeni roku pomiędzy badaniami indeks ten wzrósł znacznie w grupie młodych i zaangażowanych „zielonych", o jeden punkt zwiększył się w grupie tradycjonalistów, znacznie zaś spadł w grupie dobrze sytuowanych i nie zmienił się w grupie „zrób to sam".

Segmentacja behawioralna nie jest jedynym narzędziem pozwalającym dystrybutorom energii na większe zaangażowanie klienta. Tworząc segmenty odbiorców energii, należy brać pod uwagę dane dotyczące: zachowań, postaw, dane demograficzne, preferencje komunikacyjne, tak aby prawidłowo określić skłonność odbiorcy do reakcji na określone bodźce i programy. Doświadczenia dostawców i odbiorców wynikające z coraz większej liczby instalowanych inteligentnych liczników, inteligentnych urządzeń, systemów zarządzania energią w mieszkaniach i budynku oraz instalowania generatorów energii ze źródeł odnawialnych prowadzą do budowy modelu dojrzałości zaangażowania odbiorcy w świadome zarządzanie energią.

Podobne badania prowadzi również firma Accenture. Na podstawie badań przeprowadzonych w 2010 i w 2011 r., w wybranych 18 krajach świata (badania nie dotyczyły odbiorców z Polski), zaproponowano sześć segmentów odbiorców [Accenture, 2010; Accenture 2011a]. Procent badanej populacji należącej do danego segmentu różnił się w poszczególnych krajach. Świadczy to o dużym znaczeniu lokalnego postrzegania problematyki energii, udziału wydatków na energię w ogólnych wydatkach gospodarstwa domowego oraz kultury kraju w tworzeniu programów reakcji strony popytowej i wyznaczaniu grup docelowych dla ich ofert. Tabela 3.3 prezentuje wartości średnie dla wszystkich badanych krajów.

Tabela 3.3. Segmenty odbiorców energii według badań Accenture

Segment/ % udziału w grupie badanej populacji	**Charakterystyka grupy**	**Zachowania reprezentatywne i motywacja**	**Preferowane usługi i programy**
1	2	3	4
Technologicznie zorientowani 14% (maks. 25% Pd. Korea, min. 11% USA)	Wysokie dochody. Główny przedział wiekowy 25–34 lat. Przewaga mężczyzn.	Preferują wygodę i wysoką sprawność działania. Wyrażają gotowość zakupu rozwiązań: produktów i usług EE on-line. Nie wymagają wsparcia technicznego.	Programy wpływające na jakość i ułatwienie życia, najchętniej z systemami o wysokim stopniu automatyzacji. Preferują pakiety typu „SetAndForget", w których urządzenia domowe są sterowane automatycznie. Zainteresowani śledzeniem zużycia energii na urządzeniach mobilnych.
Samodzielni 13% (maks. 20% USA, Kanada, min. Chiny 8%)	Główny przedział wiekowy powyżej 55 lat. Przewaga kobiet.	Preferują samodzielne sterowanie zużyciem energii. Mniej chętni (poniżej średniej badania) dla udostępniania danych dla TPA i celów komercyjnych. Wyrażają gotowość zakupu rozwiązań: produktów i usług EE on-line.	Programy z taryfami RTP. Preferują monitorowanie zużycia energii poprzez już posiadane urządzenia.
Społecznie niezależni 18% (maks. 26% Brazylia, min. 11% Francja)	Podobny udział wszystkich badanych przedziałów wiekowych i dochodowych. Przewaga mężczyzn.	Zainteresowani testowaniem nowych technologii i możliwością konfigurowania urządzeń domowych. Preferują programy, które pozwalają na łączność z innymi społecznościami i dają możliwość wymiany doświadczeń, ale niechętni są udostępnianiu danych TPA, nawet w celu umożliwienia działania programów. Cenią zwłaszcza programy, które są postrzegane jako „trendy" przez rodzinę, przyjaciół i znajomych.	Niskie zainteresowanie programami lojalnościowymi, ale doceniają dodatkowe wartości związane z elektroniką i sprzętem komputerowym. Będą wykazywali duże niezadowolenie w przypadku złej komunikacji, zwłaszcza dotyczącej zmian programu. Grupa najbardziej zainteresowana monitorowaniem zużycia energii poprzez nowe urządzenia oraz otrzymywaniem urządzeń i nabywaniem programów DR od różnych dostawców.

1	2	3	4
Wrażliwi na ceny 22% (maks. 32% RPA, min. 10% Francja)	Relatywnie wysoki przedział wiekowy: 25–34 lat. Znaczna przewaga przedziału niskich dochodów (poniżej średniej badania). Przewaga kobiet.	Szukają programów o najwyższej efektywności cenowej. Bardzo chętnie skorzystają z programów pozwalających zredukować koszty opłat za energię. Możliwość takiej redukcji może być katalizatorem podjęcia udziału w programach edukacyjnych na temat potencjalnych możliwości poszczególnych programów.	Najbardziej zainteresowani programami lojalnościowymi, zwłaszcza z bonusami typu zakupy w określonym miejscu lub możliwością wyboru określonych usług. Chętnie wezmą udział w programach, które pozwolą na dopasowanie zużycia energii do potrzeb ich gospodarstwa domowego.
Usługocentryczni 18% (maks. 25% Dania i Singapur, min. 13% RPA)	Podobny udział badanych wszystkich przedziałów wiekowych i dochodowych. Przewaga kobiet.	Oczekują najlepszego poziomu usług dla siebie i rodziny. Zainteresowani pełną obsługą certyfikowanego pracownika technicznego podczas instalacji nowych urządzeń. Zainteresowani programami edukacyjnymi na temat programów DR i EE głównie podczas zmiany mieszkania/domu. Wykazują dużą chęć współpracy z dostawcą energii.	Najbardziej zainteresowani programami, które pozwalają na lepsze sterowanie systemami ogrzewania/chłodzenia mieszkania. Oczekują prostych w obsłudze programów (możliwych do obsługi przez całą rodzinę). Zainteresowani monitorowaniem energii na darmowych urządzeniach dostarczanych przez dostawcę. Wymagają bardzo dobrych systemów wspomagania klienta. Nieodpowiedni system BOK, zła instalacja urządzeń mogą powodować odejście od programów DR i EE.
Tradycjonaliści 15% (maks. 31% Francja, min. 9% Brazylia, Singapur)	Podobny udział wszystkich badanych przedziałów dochodowych. Podobny udział kobiet i mężczyzn. Przewaga osób w przedziale wiekowym powyżej 55 lat.	Zainteresowani programami edukacyjnymi na temat DR i EE podczas renowacji oraz remontu mieszkania. Niechętnie nabędą usługi związane z DR i EE poprzez stronę internetową lub pośrednika.	Najbardziej zainteresowani otrzymywaniem usług (programów DR, urządzeń monitorujących zużycie energii) od jednego dostawcy. Najchętniej wezmą udział w programach DR i EE oferowanych przez dotychczasowego dostawcę.

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Accenture, 2010; Accenture, 2011a].

W raporcie wskazano również czynniki motywujące odbiorców do podejmowania określonych działań. 73% respondentów wskazało dotychczasowego dostawcę energii jako preferowane źródło zakupu usług i programów związanych z oszczędnością energii.

Cykliczne badania w zakresie wzorców i zachowań konsumentów energii, a także zmian na rynku energetycznym prowadzi również firma IBM. Pierwsze badanie z tego cyklu przeprowadzono w roku 2007 i dotyczyło ono nowych, potencjalnych modeli biznesowych dla klienta, drugie z roku 2009 – zachowań klienta w ISE, kolejne podobne przeprowadzono w roku 2011. W wyniku przeprowadzonych badań wyszczególniono trzy grupy czynników związanych z wykorzystaniem energii elektrycznej przez konsumentów [IBM, 2012; Pamuła, 2012a]:

- Alternatywna motywacja – czynniki finansowe są znaczącym, lecz nie jedynym dominującym kryterium wyboru dotyczącym energii. Konsumenci rozważają też takie czynniki, jak: komfort korzystania, kondycja krajowej gospodarki (głównie konsumenci powyżej 55 lat), wartości związane z ekologią. W badaniach Accenture [Accenture, 2012a] zmniejszenie rachunku było najistotniejszym czynnikiem motywującym (91%). Kolejnymi czynnikami było zmniejszenie szkodliwego wpływu na środowisko (69%) i możliwość kontroli systemu ogrzewania/chłodzenia (68%). Te same badania wykazały, że cena nie jest wystarczającym czynnikiem do podjęcia decyzji o przystąpieniu do programu. Odbiorcy chcą uzyskać także dodatkowe korzyści. Istnieje też grupa odbiorców, która godzi się na wyższe rachunki o około 5% w zamian za dodatkowe korzyści;
- Dostępność informacji – istotnym czynnikiem wyboru jest sposób prezentacji ofert i ich wariantów. Duża liczba możliwych do wyboru wariantów zniechęca konsumentów;
- Czynniki społeczne – istotnym czynnikiem podejmowania decyzji jest akceptacja społeczna i powielanie zachowań. Budowa portali konsumenckich propagujących odpowiednie postawy oraz świadczących usługi porównania cen i zużycia energii w lokalnym środowisku może kształtować pożądane w programach reakcji popytu postawy konsumenckie.

Propozycję segmentacji odbiorców energii na podstawie badań odbiorców polskich przeprowadziła firma ATKearney. W wyniku analizy zaproponowano cztery segmenty odbiorców w zależności od zdefiniowanych następujących cech [ATKearney, 2013]:

- potencjalnie wysoki stopień ograniczenia zużycia energii,
- duża akceptacja rozwiązań redukcji zużycia energii,
- duża akceptacja rozwiązań ograniczania mocy.

Wyniki segmentacji zaprezentowano w tabeli 3.4.

Nie ma jednego sposobu segmentacji, dobór metody będzie zależał od dostawcy energii i przygotowanej strategii wprowadzania programów reakcji strony popytowej. Niemniej każde z przytoczonych badań wskazuje na podobne

cechy segmentów odbiorców, takie jak: akceptacja programów poprawy efektywności energetycznej i programów reakcji strony popytowej, skłonność do zakupu „zielonej" energii i chęć podejmowania aktywnych działań czy też postawy zachowawcze, wynikające z nawyków i przyzwyczajenia, lub też wykazujący całkowity brak zainteresowania tematem. O akceptacji programów reakcji strony popytowej na danym obszarze decydować mogą w znacznej mierze czynniki lokalne, związane ze świadomością mieszkańców, infrastrukturą, polityką władz lokalnych, dlatego też segmentacja dla wdrażania nowych rozwiązań powinna być prowadzona lokalnie i w sposób cykliczny.

Tabela 3.4. Segmenty odbiorców energii według badań ATKearney

Segment/ % udziału w grupie badanej populacji	**Charakterystyka grupy**	**Zachowania reprezentatywne i motywacja**	**Preferowane usługi i programy**
Segment I 4%	Większy udział mniejszych miast, mniejszy udział największych miast. Większy udział konsumentów płacących najwyższe rachunki.	Najczęściej motywacją jest ochrona środowiska. Najwyższa wśród badanych akceptacja kosztów urządzeń monitorowania zużycia energii.	Znacznie wyższa skłonność do zapłacenia (ponad dwukrotnie) za możliwość monitorowania zużycia energii.
Segment II 10%	Zbliżona do średniego wyniku dla całego badania. Wysokość rachunku zbliżona do średniego wyniku dla całego badania.	Częściej motywacją jest ochrona środowiska.	Skłonność do zapłaty za monitorowanie zużycia energii wyższa niż dla średniej z badania.
Segment III 37%	Zbliżona do średniego wyniku dla całego badania. Wysokość rachunku zbliżona do średniego wyniku dla całego badania.	Czynniki motywacyjne zbliżone do wyniku średniej z całego badania. Zarówno ochrona środowiska, jak i oszczędność energii.	Wynik zbliżony do średniej rezultatów dla całego badania.
Segment IV 49%	Zbliżona do średniego wyniku dla całego badania. Wysokość rachunku zbliżona do średniego wyniku dla całego badania.	Główny czynnik motywujący to finanse. Brak akceptacji kosztów dodatkowych, związanych z monitorowaniem zużycia energii.	Wynik nieznacznie niższy od średniej dla całego badania.

Źródło: opracowanie na podstawie [ATKearney, 2013].

Podejmując próbę uogólnienia dotychczasowych doświadczeń i bazując na trzech nurtach badań nad segmentami odbiorców w Wielkiej Brytanii, zaproponowano trójwymiarowy model archetypu segmentów [Zhang i in., 2012], biorąc pod uwagę: poziom efektywności energetycznej gospodarstwa domowego (określany przez fizyczne cechy mieszkania/domu, niezależne od ilości osób w gospodarstwie domowym, takie jak termoizolacja, system ogrzewania, zainstalowane generatory energii ze źródeł odnawialnych), skłonność do zachowań proekologicznych i zakupu „zielonej" energii oraz dobowy profil aktywności mieszkańców. Zakładając dwie potencjalne wartości (poziom wysoki i niski) dla każdej osi, otrzymano 8 archetypów segmentów zdefiniowanych jako: Pionierzy (*Pioneer Greens*), Naśladowcy (*Follower Greens*), Zainteresowani (*Concerned Greens*), Domownicy (*Home-Stayers*), Nieświadomi marnotrawcy (*Unconscientious Wasters*), Systematyczni marnotrawcy (*Regular Wasters*), Dzienni marnotrawcy (*Daytime Wasters*), Niezaangażowani marnotrawcy (*Disengaged Wasters*).

Zbudowanie tego typu konceptualnego modelu ma tę zaletę, że łączy czynniki segmentacji do tej pory badane oddzielnie przez różne nurty badawcze. Wadą modelu jest uogólnienie wymiaru poziomu efektywności energetycznej do całego gospodarstwa domowego bez uwzględniania wyposażenia w urządzenia domowe. Dodatkowo, należy zauważyć, że poziom efektywności energetycznej mieszkania jest zmienną niezależną od słoności do zachowań proekologicznych oraz dobowego profilu aktywności, aczkolwiek może istnieć zależność pomiędzy tymi dwoma wymiarami [Zhang i in., 2012].

Model taki może mieć również dwojakie wykorzystanie. Po pierwsze może służyć dostawcom energii do przygotowania kierowania odpowiednich ofert programów reakcji strony popytowej, a po drugie – na poziomie lokalnym (np. miasta, gminy) – do zarządzania polityką energetyczną i tworzenia odpowiednich programów interwencji, zwłaszcza że poziom miar na poszczególnych wymiarach modelu może być dowolnie ustalany [Zhang i in., 2012].

Należy jednak zauważyć, że model ten nie uwzględnia systemu wsparcia dla finansowania inwestycji w energię produkowaną ze źródeł odnawialnych, który, sądząc po efektach rozwoju energetyki solarnej i wiatrowej w Niemczech i Wielkiej Brytanii, ma ogromny wpływ na podejmowane działania odbiorców. Niemniej jest to jeden z pierwszych modeli konceptualnych dla segmentacji odbiorców energii z grupy gospodarstw domowych.

3.3. Prosument – nowa rola odbiorcy na rynku energii

3.3.1. Istota prosumpcji

W okresie rozwoju nowych technologii, w latach siedemdziesiątych ubiegłego stulecia pojawiła się teza, że wraz z rozwojem nowych technologii konsument może coraz częściej stawać się producentem [McLuhan, Nevitt, 1972].

Za autora pojęcia prosumeryzm uważany jest A. Toffler [Toffler, 1986], który charakteryzując etapy rozwoju gospodarki, opisał cechy relacji pomiędzy klientem a dostawcą (producentem), przypisując obecnemu, trzeciemu okresowi (występującemu po okresie produkcji na użytek własny i okresie produkcji na wymianę), relację, w której część uprzednio zarezerwowanych dla dostawcy działań przejmuje klient. Wprowadzając pojęcie „masowej kastomizacji”[2], będącej masową produkcją towarów (i usług) dostosowanych w pewnym zakresie do wymagań konsumenta, wprowadził klienta w łańcuch wartości produktu tak, że w istocie konsument stał się członkiem pewnej specyficznej niszy rynkowej. Klienci chętnie taką rolę przyjęli z dwóch powodów:

- ponoszenia niższych kosztów pozyskania dobra czy usługi,
- otrzymania produktu dopasowanego do indywidualnych potrzeb.

Masowa kastomizacja nie stała się standardem dla wielu dziedzin współczesnej gospodarki, gdyż odbiorcy (poza grupą hobbystów) nie wykazywali chęci wkładania wysiłku w dostosowywanie wielu używanych przez siebie produktów [Staniszewski, 2009].

Od stworzenia koncepcji prosumpcji przez lata jej znaczenie ewaluowało [Ziemba, 2011], głównie w dwóch kierunkach:

- zwiększenia możliwości oferty dla odbiorcy (z punktu widzenia producenta/dostawcy),
- uniezależnienia się gospodarki od głównego nurtu (z punktu widzenia ruchów konsumenckich), którego przykładem może być postawa „zrób to sam”, rozumiana nie jako hobby, a jako zachowanie samowystarczalności lub przetrwania w przypadku braku wystarczających dochodów, lub też jako ruchy świadomej prostoty propagującej realizację celów społecznych czy środowiskowych poprzez samodzielne działania związane z produkcją dóbr, np. hodowlą, naprawą ubrań, jak i alternatywą zakupu nowych oraz odrzucenie przejawów kultury masowej [Staniszewski, 2009], a w przypadku zasilania urządzeń – produkcją energii ze źródeł odnawialnych.

W nurcie pogłębiania relacji dostawca/odbiorca prosumcja jako pewnego rodzaju program lojalnościowy, w którym producent zapewnia konsumentom dodatkowe rabaty i udział w zyskach za pomoc w promowaniu produktów, została przedstawiona przez B. Quaina [Quain, 2002; Wolny, 2013]. Koncepcję prosumpcji jako pragnienie posiadania dóbr o pożądanych przez konsumenta cechach przedstawił D. Tapscott [Tapscott, 1997], z kolei prosumpcja jako współtworzenie wartości jest definiowana przez C. Prahalad i V. Ramaswamy [Prahalad, Ramaswamy; Ziemba, 2011], a jej wdrożenie daje konsumentowi wolność i swobodę w zaspokajaniu potrzeb [Zwick i in., 2008].

Pojęcie prosumeryzmu nabrało nowego znaczenia w okresie rozwoju technologii ICT i Internetu. D. Tapscott i A. Williams podkreślili znaczenie innowa-

---

[2] Autorem pojęcia masowej kastomizacji jest Derrick de Kerckhove [Staniszewski, 2009].

cyjnej działalności młodych pokoleń oraz interakcji i komunikacji w relacjach wiele do wielu, redefiniując pojęcie prosumenta [Tapscott, Williams, 2006]. Rozwój technologii *Web 2.0* pozwolił na wykreowanie profesjonalnego i kompetentnego konsumenta i nadał pojęciu szerszego społecznego kontekstu, a prosumpcja stała się jej nieodzowną cechą [Ritzer, Jurgenson, 2010].

Cechą charakterystyczną obecnej ery prosumentów jest tworzenie społeczności dotyczących produktów i usług oraz wspólna nad nimi praca, a nie tylko dopasowanie i personalizowanie towarów [Wolny, 2013] oraz chęć konsumentów do angażowania się w samą ideę współtworzenia [Xie i in., 2008].

Czynnikami stymulującymi procesy prosumpcji jest wzrost automatyzacji i robotyzacji procesów, możliwość łączenia pracy zawodowej z innymi zajęciami, ewolucja wykształcenia i pracy w kierunku twórczości [Wolny, 2012].

Prosumpcja jako przekazanie części procesu do wykonania konsumentowi jest szeroko wykorzystywana w różnych dziedzinach gospodarki [Gajewski, 2009; Wolny, 2012] od dokonywania wpłat/wypłat z bankomatu, zakupów samoobsługowych, do montażu produktów (np. mebli Ikea, samochodów Bradley Automotive) i naprawy sprzętu z wykorzystaniem infolinii. Rozwój prosumpcji nowej gospodarki i możliwość uwzględniania innowacyjnych pomysłów konsumentów stał się możliwy dzięki portalom *Web 2.0*. Korzystając z nowych możliwości, producenci pozwalają nie tylko na indywidualny dobór cech produktów, ale także na udział w projektowaniu i tworzeniu koncepcji nowych rozwiązań, a także ich propagowaniu – reklamie. Wykorzystując kreatywność odbiorców, dostawcy stwarzają im warunki do generowania pomysłów, np. w postaci forów internetowych, dedykowanych portali, proponując nawet udział w zyskach wynikających z wprowadzenia pomysłów do realizacji [Staniszewski, 2009]. Firma BMW wykorzystuje pomysły internautów do produkcji oprogramowania samochodowego, Apple pozwala klientom na zmianę urządzeń iPod oraz iPhone, Sony konsoli Playstation [Wolny, 2012, Ziemba, 2011]. Prosumpcja wykorzystywana jest nie tylko w gospodarce, ale także w sztuce i rozrywce. Dzięki sugestiom internautów scenarzysta filmu *Snakes on a Plane* zmieniał scenariusz i tytuł filmu [Gajewski 2009; Ziemba, 2011], scenarzyści filmów zaglądają na fora dyskusyjne fanów filmów, w branży muzycznej artyści udostępniają fanom utwory w celu promocji i polecania znajomym [Siuda, 2012].

Prosument to internauta, który [Domańska, 2009]: uczestniczy w czatach, współtworzy listy i grupy dyskusyjne, wysyła maile do organizacji, stowarzyszeń, przedstawicieli władz w sprawach własnych i ogólnych, prenumeruje, biuletyny, korzysta z RSS, motywuje przyjaciół do udziału w dyskusjach, rozsyła znajomym informacje, które uznaje za ciekawe, udziela opinii i rekomendacji, prowadzi własnego bloga lub foto-bloga, czyta inne blogi.

Zespołowa praca społeczności osób, niebędących specjalistami w danej dziedzinie, określana mianem „crowdsourcingu" przynosi firmom więcej korzyści niż

zatrudnienie grupy specjalistów [Siuda, 2012], ze względu na pewien rodzaj „mądrości zbiorowej" wynikającej z agregacji, a nie uśredniania wnoszonego przez jednostki wkładu [Surowiecki, 2004]. Pojęcie kolektywnej inteligencji jako sprawiedliwie dzielonej mądrości, ciągle udoskonalanej i koordynowanej w czasie rzeczywistym, skutkującej mobilizacją sił i umiejętności wprowadził P. Levy [Levy, 1997; Siuda, 2012]. Siłą kolektywnej inteligencji jest wiedza i sposób postrzegania problemu przez każdego z członków wspólnoty oraz dynamiczny, spontaniczny sposób wymiany informacji. Zjawisko prosumpcji bywa postrzegane negatywnie jako działanie pochłaniające czas, kreatywność obywateli i dające jedynie pozorny wpływ na konsumenta, na rynek [Zwick i in., 2008; Siuda, 2012].

Społeczna kreatywność ma swoje odzwierciedlenie nie tylko w ocenach i rekomendacjach, ale także w tworzeniu wolnego oprogramowania, np. systemu operacyjnego (Linux), systemów zarządzania treścią (np. PHP-Nuke), baz danych (np. PostgreSQL), pakietów biurowych (np. OpenOffice), platform edukacyjnych (np. Moodle) i innych [Wolny, 2012], jak również tworzeniu wspólnych źródeł wiedzy i rozrywki, takich jak Wikipedia, Youtube, Facebook, Twitter czy Second Life.

W obszarze innowacji następuje przesunięcie od zwykłej segmentacji konsumentów w stronę relacji z konsumentami i marketingu sieciowego, gdzie konsument staje się partnerem i źródłem nowych pomysłów.

Proces angażowania konsumentów i ruchu społecznego w działania na rzecz produktów organizacji łączy się z wieloma koncepcjami marketingowymi, bazującymi na motywacjach, potrzebach czy zdolnościach twórczych klientów [Hollebeek, 2009], takimi jak: wspólne kreowanie wartości, lojalność i satysfakcja klienta, Consumer Involvement [Laurent, Kapferer, 1985] (polegająca na identyfikacji i rozwoju możliwości zaangażowania klientów w proces produkcji, a zwłaszcza na etapie projektu, proces sprzedaży czy obsługi klienta) czy koncepcja User-Driven Innovation (określana popytowym podejściem do innowacji i polegająca na wykorzystaniu wiedzy klienta, w celu poszerzenia funkcjonalności i rozwoju produktu) efektywnie wykorzystywanej w wielu organizacjach, zwłaszcza w krajach skandynawskich [Høgenhaven i in., 2012]. Jak zaangażowanie konsumenta wpływa na kreowanie wartości i lojalności wobec marki jest jednak zagadnieniem trudnym, niemniej podejmowane są próby oceny tego zjawiska [Hollebeek, 2013].

Prosumpcja jest zjawiskiem złożonym, można jednak wyróżnić pewne jej dominanty, takie jak [Ziemba, 2011; Gibbert i in., 2002]: aksjomat wyrażony dylematem *gdybyśmy tylko wiedzieli, to co nasi klienci*, źródło wiedzy (czyli doświadczenie, wiedza i emocje klientów), racjonalne przesłanki w postaci pozyskiwania wiedzy i dzielenia się nią, cele (wspólne tworzenie wartości i organizacyjne uczenie się), korzyści, rola konsumenta, rola przedsiębiorstwa (stymulowanie zmiany roli klienta z pasywnej w aktywną).

Konsumenci są ogromną siła napędową innowacji, ale z tytułu odtwarzania określonych znanych im wartości i rzeczywistości są w stanie jedynie wprowadzać inkrementalne zmiany produktów czy usług, to organizacje, a nie rynek, mogą i powinny być źródłem radykalnych innowacji [Verganti, 2009; Kołodziej, 2011].

Transformacja zarządzania relacjami z klientami w kierunku zarządzania wiedzą klienta [Ziemba, 2012], wykorzystanie wiedzy i kreatywności konsumentów wymagają stworzenia strategii pozyskania i gromadzenia wiedzy od prosumenta i stworzenia koncepcji systemu synergii wiedzy „o kliencie", „dla klienta" i „od klienta" [Ziemba, 2011; Ziemba 2013]. System taki powinien łączyć koncepcję zarządzania relacjami z klientami CRM z koncepcją zarządzania wiedzą (Knowledge Management – KM [Grudzewski, Hejduk, 2004; Kowalczyk, Nogalski, 2007]), tworząc jednolity system zarządzania wiedzą klienta (Customer Knowledge Management – CKM [Gibbert i in., 2002; Murillo, Annabi, 2002; Ziemba, 2012; Ziemba, 2013]. Zarządzanie wiedzą klienta odnosi się do różnych kategorii wiedzy: jawnej i niejawnej, deklaratywnej i proceduralnej, grupowej i osobistej, publicznej, wewnętrznej i zewnętrznej. Mnogość i złożoność powyższych kategorii implikuje konieczność pozyskiwania wiedzy z różnych źródeł [Ziemba, 2012]. Wiedza „o kliencie" i „dla klienta" jest gromadzona w systemach CRM i KM, natomiast wiedza „od klienta" wymaga [Ziemba, 2012] zbudowania modelu, który będzie łączył wiedzę z procesu prosumpcji (poprzez włączenie klientów w proces eksploracji i tworzenia wiedzy w całym cyklu życia produktu), wiedzę od społeczności – osób wspólnie uczących się (wzajemne uczenie się i dzielenie wiedzą personelu organizacji i klientów), wiedzę pochodzącą od ekspertów, a także wiedzę z rynku innowacji (wykorzystanie unikalnych kompetencji i talentów) i może być zrealizowane jedynie poprzez wykorzystanie technologii informacyjno-komunikacyjnych.

3.3.2. Prosumpcja w energetyce

Aktywacja działań klienta w przyszłych Inteligentnych Sieciach Elektroenergetycznych oznacza nie tylko możliwość kontroli zużycia energii. Rozwój technologiczny rozproszonych źródeł energii powoduje, że odbiorca, oprócz bycia konsumentem energii, może stać się również jej producentem. Zgodnie z projektem ustawy o odnawialnych źródłach energii w Polsce prosument jest określany jako osoba fizyczna, prawna lub jednostka organizacyjna nieposiadająca osobowości prawnej i będąca wytwórcą energii w mikroinstalacji[3] w celu jej zużycia na potrzeby własne lub na sprzedaż [Wiśniewski, 2013].

[3] Przez mikroinstalację rozumiane jest urządzenie o łącznej mocy zainstalowanej nie większej niż 40 kW lub łącznej mocy cieplnej nie większej niż 70 kW, generujące energię ze źródła odnawialnego.

Sposób, w jaki energia elektryczna będzie kupowana czy sprzedawana, zostanie zmieniony dzięki nowym możliwościom biznesowym kreowanym przez rynek energii. Działania i interakcje między prosumentami będą miały istotne znaczenie dla operacji na rynku energii. Zachowania prosumentów w lokalnym sąsiedztwie mogą być źródłem motywacji do wspólnego prowadzenia przez daną społeczność działań zmierzających do wspólnego zaspokajania potrzeb energetycznych i zwiększania efektywności energetycznej.

Dzięki lokalnym rynkom energii prosumenci (lub też ich grupy) będą mogli zawierać transakcje handlowe kupna/sprzedaży energii. Prosumenci staną się więc źródłem wymiany zarówno energii, jak i informacji. Informacje pozwolą na dopasowanie ilości energii potrzebnej w danym momencie do zaspokojenia popytu, a wydajność całego systemu będzie zwiększona dzięki monitorowaniu lokalnych zachowań odbiorcy/producenta.

Interakcje rynkowe są fundamentem działania Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej, a dwukierunkowa szybka komunikacja – podstawą efektywnego partnerstwa wszystkich udziałowców. Odbiorca, który do tej pory pełnił pasywną rolę, będzie poddawany intensywnym procesom rynkowym, w których duża liczba dostawców i odbiorców będzie musiała wchodzić w interakcje, tym samym wymagając aktywnych działań. Nowy na rynku energii gracz – „prosument" – będzie obiektem, który [Shandurkova i in., 2012]:

- produkuje, konsumuje i magazynuje energię,
- optymalizuje decyzje dotyczące gospodarowania energią w zakresie ekonomicznym, a także w pewnym zakresie technologicznym i środowiskowym,
- jest aktywnym udziałowcem tworzenia wartości pewnych usług energetycznych lub elektrycznych.

Pierwszym krokiem odbiorcy w stronę ISE jest adaptacja przyjętych w jej rozwiązaniach technologii, czyli zainstalowanie urządzeń pozwalających na dwukierunkową komunikację odbiorca–dostawca energii. Krokiem w stronę przyjęcia roli prosumenta jest zainstalowanie źródła generacji energii i aktywny udział w bilansowaniu podaży i popytu energii. Posiadanie przez prosumenta urządzeń generacji lub magazynowania energii daje mu możliwość osiągania większych zysków w programach reakcji strony popytowej niż zwykłemu odbiorcy. Indywidualny prosument z zainstalowanym źródłem małej mocy może przekazać swoje uprawnienia do zarządzania nim pośrednikowi.

W celu maksymalizacji zysków prosumenci z danego obszaru (np. osiedla) mogą łączyć swoje działania, korzystając z pośrednictwa agregatora [Matusiak i in., 2010a]. Na zachowania konsumenta i podejmowane przez niego decyzje będą miały wpływ relacje z innymi udziałowcami rynku energii, głównie z dystrybutorami energii, pośrednikami sprzedaży, agregatorami (dostawcami usług energetycznych, wirtualnymi elektrowniami).

Podobnie jak w przypadku przystępowania do programów reakcji strony popytowej, motywacje i stopień, do jakiego prosumenci zechcą angażować się

w działania rynkowe i interakcje z innymi podmiotami, będą zależały od wielu czynników [Shandurkova i in., 2012], takich jak:

– system wartości, wierzeń, przyzwyczajeń czy sentymentów,
– chęć posiadania (oraz ewentualnego zobowiązania się do instalacji) i zdolność do sterowania własnym źródłem energii,
– ilość zainstalowanych generatorów energii ze źródeł odnawialnych w danej społeczności,
– elastyczność reagowania na sygnały DR, gotowość redukcji popytu,
– aktualny status i prestiż w danej społeczności,
– rozwój intelektualny i społeczny,
– postrzeganie i ocena problemów ekonomicznych, klimatycznych i środowiskowych w skali lokalnej i globalnej.

Podobnie jak w przypadku programów reakcji strony popytowej można przypuszczać, że główną rolę będą odgrywały bodźce finansowe, które dla prosumenta określić można w postaci [Shandurkova i in., 2012]:

– taryf z niskimi cenami w okresach pozaszczytowych, motywujące do przeniesienia obciążenia,
– taryf na zakup energii ze źródeł rozproszonych, motywujące do maksymalizacji zysku,
– taryf pozwalających na ładowanie lokalnych źródeł energii w czasie małego zapotrzebowania i możliwość sprzedaży tej energii w okresach szczytowych, motywujące do maksymalizacji zysków finansowych z posiadanych urządzeń magazynowania energii.

Programy reakcji strony popytowej są pierwszym elementem aktywującym działania odbiorcy i odnoszą się do wielu funkcji oraz procesów, które mają wpływ na zachowania prosumentów. Agregacja redukcji obciążenia odbiorców lub agregacja ofert prosumentów na poziomie makro daje im możliwość uczestnictwa w rynku energii na prawach posiadanych przez dotychczasowych biznesowych partnerów handlowych. Zagregowane obciążenie może być ofertą sprzedaży dla innych udziałowców rynku, takich jak: dystrybutorzy, operatorzy rynku bilansującego, duże farmy wiatrowe lub słoneczne (w przypadku gdy ich planowa generacja energii jest niewystarczająca). Na poziomie mikro aktywacja popytu może zapewnić lepszą integrację rozproszonych źródeł energii (RZE) o małej skali. Oprócz aspektów behawioralnych, czynnikami motywującymi prosumentów są:

– czynniki finansowe związane z możliwością sprzedaży produkowanej energii,
– niezależność energetyczna od dostawców,
– możliwość łączenia się w większe jednostki i wywierania większego wpływu na operatorów sieciowych i dystrybutorów energii.

Z punktu widzenia możliwości rozwoju Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej dla prosumenta istotne jest stworzenie modeli, które pozwolą na precyzyjne wyliczenie konsumpcji energii i zdefiniowanie taryf czasu rzeczywistego

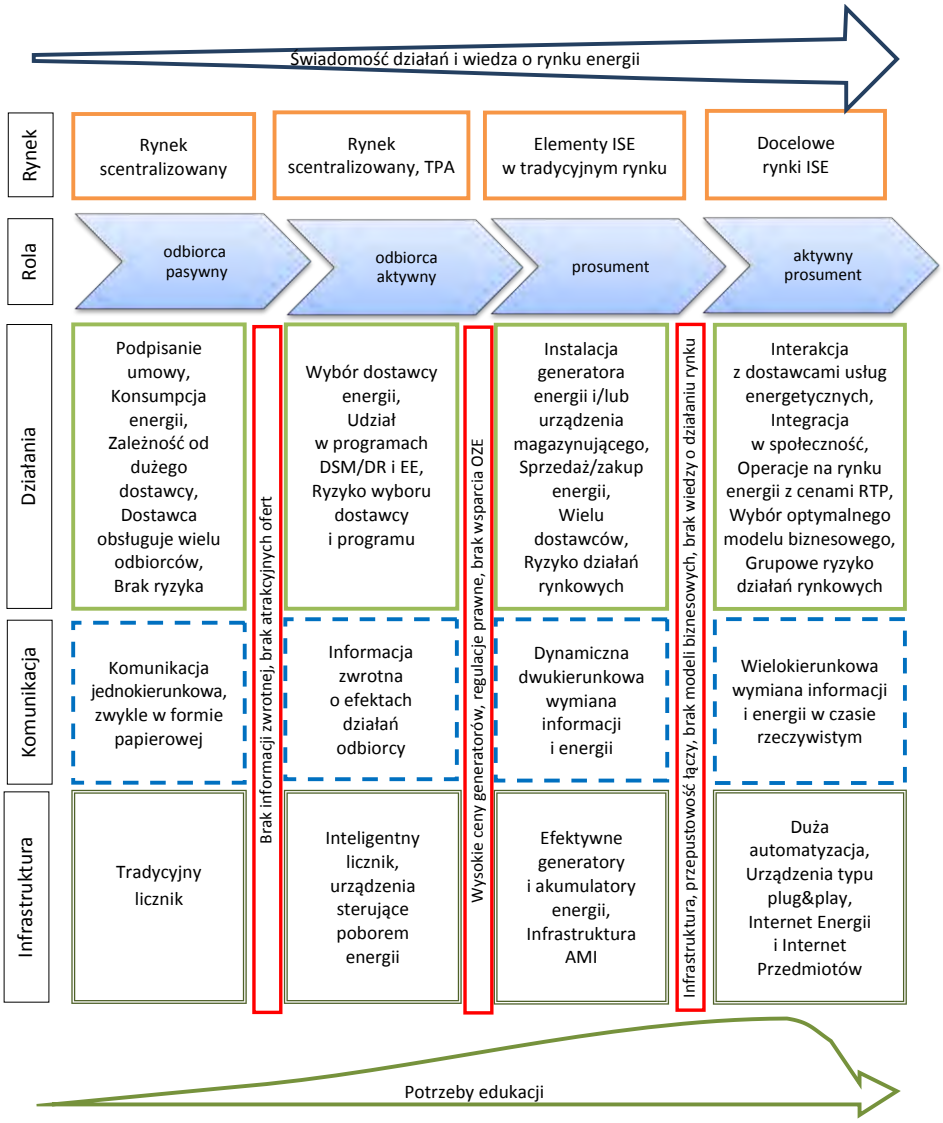
dla klienta jako odbiorcy oraz cen sprzedaży energii dla klienta jako producenta. Odpowiedni system rozliczeniowy musi takie dane pozyskiwać i precyzyjnie je odzwierciedlać na rachunku (i/lub) czy panelu domowym. Infrastruktura inteligentnego opomiarowania jest postrzegana jako podstawa wprowadzenia komunikacji w ISE, ale możliwe są również inne rozwiązania.

Podobnie jak aktywni odbiorcy energii, prosumenci mogą odpowiadać na sygnały cenowe DR ręcznie, wyłączając wybrane urządzenia lub wykorzystując aplikacje wspomagające, pozwalające na lokalne lub zdalne sterowanie zgodnie z ustalonym harmonogramem preferencji. Sposoby komunikacji również mogą być zróżnicowane, wykorzystując takie kanały kontaktu, jak: e-mail, sms, panel domowy.

Model zmian roli odbiorcy i zależność od dostawców energii oraz możliwe działania w nowych relacjach rynku energii zaproponowano na rysunku 3.3.

Aktywacja działań i zmiana roli oraz potencjalne działania odbiorcy są zależne od stanu rozwoju rynku energii, możliwości komunikacyjnych infrastruktury elektroenergetycznej i rozwiązań informacyjno-komunikacyjnych. Odbiorca pasywny ogranicza się do podpisania umowy z dostawcą, nie kontroluje zużycia energii, otrzymuje rachunki, najczęściej w formie papierowej. Odbiorca aktywny bierze udział w programach reakcji strony popytowej i programach efektywności energetycznej. Ponosi ryzyko wyboru dostawcy, a co za tym idzie ryzyko finansowe, kontroluje efekty udziału w programie przez inteligentny licznik lub inne urządzenie. Prosument instaluje generator energii ze źródła odnawialnego lub akumulator energii, podejmuje ryzyko rynkowe związane z handlem energią, używa systemów komunikacji z podmiotami rynku energii z wykorzystaniem infrastruktury inteligentnego opomiarowania (AMI). Aktywny prosument w celu wzmocnienia własnego udziału w rynku energii wchodzi w skład większej grupy społecznej, na bieżąco prowadzącej działania rynkowe, prowadzącej działalność według określonego modelu biznesowego. Wchodzi w interakcje z innymi podmiotami rynku energii, dynamicznie wymieniając informacje. Zmiana roli odbiorców wymaga pokonania wielu barier. Główną barierę przejścia z pasywnego w aktywnego odbiorcę stanowi brak ofert od dostawców i brak możliwości otrzymywania bieżącej informacji o efektach podejmowanych działań. Przejście do roli prosumenta jest ograniczone wysokimi cenami generatorów energii ze źródeł odnawialnych, niewystarczającym systemem wsparcia i brakiem odpowiednich rozwiązań prawnych. Barierą w szerokim powstawaniu grup prosumentów jest brak odpowiedniej infrastruktury technicznej, brak modeli biznesowych i brak wiedzy o działaniu rynku.

Wraz z rozwojem Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej i dostępnymi rozwiązaniami rynkowymi będą rosły potrzeby edukacyjne odbiorców. System edukacji i informacji musi zapewnić odbiorcom dostęp do wiedzy, a tym samym umożliwiać im udział w działaniach na rynku energii.



Rys. 3.3. Model zmian roli odbiorcy na rynku energii – determinanty i bariery
Źródło: opracowanie własne

Rozwój technologii, ułatwiona instalacja RZE, system automatyki budynków i aplikacje do udziału w rynku są kolejnymi elementami, które mogą zwiększyć liczbę prosumentów. Elementem powodującym zainteresowanie odbiorców, podobnie jak w innych dziedzinach, jest rozwój technologii pozwalający na komunikację z dostawcą energii za pomocą urządzeń mobilnych [Accenture, 2012b].

Masowa zmiana roli odbiorców energii w prosumentów całkowicie odmieni obecny rynek energii, tworząc system elastycznego popytu i odpowiadającej mu produkcji, z dynamicznym systemem cen i wzrostem kosztów bilansowania. Obecnie głównym powodem wzrostu kosztów i cen jest charakter wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych, zależnych od warunków pogodowych (słońca, wiatru) i niewielkiej na razie możliwości magazynowania energii oraz kosztów tej technologii. Globalne zapotrzebowanie na energię rośnie, rosną wymagania co do limitu emisji gazów cieplarnianych, starzeje się obecna infrastruktura sieci, część konwencjonalnych elektrowni będzie musiała ulec zamknięciu, potrzebne są nowe niskoemisyjne inwestycje [Popczyk, 2011]. Zmienność cen i perspektywa osiągania zysków mogą być jednak czynnikami silnie aktywującymi odbiorców do zmiany roli i udziału w programach reakcji strony popytowej. Rozwój technologii w generacji energii odnawialnych, rozwój systemów inteligentnego zarządzania budynkiem i zmiany w regulacjach prawnych mogą, podobnie jak w przypadku telekomunikacji i handlu internetowego, doprowadzić do oddolnego rozwoju infrastruktury i rynku. Część prosumentów będzie produkowała energię jedynie na potrzeby własne (co również jest czynnikiem ograniczającym generalny popyt na rynku), większość jednak będzie podłączona do ogólnej sieci, wywierając wpływ na działania rynkowe. Istotne jest, na ile chętnie prosumenci wezmą udział w tych działaniach, jak liczna będzie ich populacja, jakim potencjałem będą dysponować (co do rodzaju źródeł i oferowanych możliwości produkcji lub magazynowania energii).

Jak wykazały obserwacje projektu IMPROSUME [Shandurkova i in., 2012], przemysł elektroenergetyczny w Europie jest konserwatywny i zachowawczy, chce utrzymywać zasady generalnej produkcji energii w sieci. Świadomość i orientacja odbiorców energii jest niewielka, niemniej jednak pojawiają się nowe rozwiązania. Na razie są to głównie dwa rozwiązania: małych wspólnot oraz inicjatyw, w których dotychczasowe przedsiębiorstwa energetyczne podejmują rolę klasycznych agregatorów. Duże firmy energetyczne rozpoczynają swoje projekty wdrażania rozwiązań Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej od instalowania infrastruktury inteligentnego opomiarowania (AMI) i automatyzacji opomiarowania (AMS), które z jednej strony są dla nich kosztem (w efekcie końcowym pokrywanym przez odbiorcę), ale z drugiej dają możliwość lepszego sterowania systemem oraz zwiększają satysfakcję odbiorcy. Niemniej infrastruktura ta nie jest warunkiem tworzenia rozwiązań ISE, zwłaszcza od strony technicznej (np. budynki pasywne) pozwalającej odbiorcy na uniezależnienie się od dostawcy energii.

Prosumenci, dla których istotne są czynniki ekologiczne, mają silne poczucie więzi społecznej z danym środowiskiem oraz wykazują brak zaufania dla inicjatyw dużych organizacji energetycznych (dużych korporacji i instytucji międzynarodowych w ogóle). W zakresie zrównoważonego rozwoju będą oni

przejawiać inicjatywy lokalnego zaspokajania potrzeb, w tym potrzeb wytwarzania energii w danej mikrospołeczności, tworząc wspólnoty społecznościowe (por. rozdz. 2). Energia produkowana przez prosumentów tych wspólnot będzie głównie zużywana przez jej członków, ale może być również elementem handlu na lokalnym rynku energii.

W docelowym kształcie rynku energii istotna jest agregacja działań takich grup [Pamuła, Matusiak, 2011a], w celu zwiększenia atrakcyjności biznesowej i zmniejszenia ryzyka inwestycji. Organizacje społecznościowe (*community-based organizations*) mogą stać się organem zachęcającym klientów do wdrażania rozwiązań Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej w odpowiednim dla danej społeczności czasie, dzięki tworzeniu instalacji pilotażowych małej skali, ale o elastycznej strukturze, pozwalającej na rozbudowę w przyszłych latach. Koszty implementacji rozwiązań będą z czasem coraz mniejsze, a korzyści dla odbiorców coraz bardziej widoczne. Rozwój Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej to również szansa dla małych przedsiębiorstw, które mogą przygotować ofertę usług i aplikacji pomagających odbiorcom optymalnie wykorzystać szanse pojawiające się na rynku. Społeczności prosumentów energii mogą mieć charakter fizyczny lub wirtualny. Społeczność fizyczna zwykle jest zorganizowana na ograniczonym obszarze geograficznym i podłączona do lokalnej sieci. Społeczność wirtualna może być większa i nieograniczona konkretnym regionem (np. sieć hoteli) lub może być złożona ze społeczności fizycznych, np. ograniczonych do budynków osiedla [Bremdal, 2012].

Takie społeczności powstają na trenie Europy, szczególnie licznie w Danii. Zwykle przyjmują postać organizacji o określonym statusie prawnym, np. fundacji czy spółdzielni, zapewniając wszystkim członkom jednakowe prawa, a tym samym tworząc oddolną demokrację systemu energetycznego. Ich doświadczenia są kluczowym elementem prowadzącym do ograniczenia różnego typu barier (technicznych, prawnych, finansowych), stojących na przeszkodzie masowego rozwoju. Grupy takie często tworzą portale, na których dzielą się swoimi spostrzeżeniami i udzielają rad potencjalnym, nowym prosumentom. W formowaniu społeczności prosumentów można wyróżnić cztery fazy cyklu: powstawanie pomysłu, projektowanie modelu biznesowego i infrastruktury, implementacji przyjętego rozwiązania i eksploatacji (por. tab. 3.5).

Przyjęcie pewnego modelu dla tworzenia grup prosumentów energii, określenia ryzyk, które należy monitorować, aby przedsięwzięcie było udane i przygotowania usług doradczych może stać się po usunięciu barier prawnych impulsem do aktywnych działań odbiorców i większego stopnia decentralizacji rynku energii.

Tabela 3.5. Cykl powstawania wspólnot prosumentów energii

Faza	Charakterystyka	Zadania	Rekomendacje
1	2	3	4
Powstawanie pomysłu	Grupa entuzjastów zwykle o idealistycznym wyobrażeniu o temacie rozpoczyna działania inicjujące. Istotne jest określenie celu projektu i kolejnych jego kroków.	– Ustalenie grupy docelowej. – Ustalenie obszaru wspólnoty (ulic, sąsiedztwa). – Ustalenie popytu na energię w grupie docelowej. – Ustalenie, jakie typy generatorów energii odnawialnej są możliwe do instalowania. – Ustalenie potencjalnych możliwości oszczędności energii. – Analiza technologii pozwalających na maksymalizację efektów z dostępnych RZE.	Zaproszenie do dyskusji ekspertów zewnętrznych i przedstawicieli już funkcjonujących wspólnot w celu uniknięcia błędów, które mogą rzutować na cały projekt.
Projektowanie	Przeprowadzenie analizy wykonalności ekonomicznej, technicznej i organizacyjnej na podstawie wyników fazy 1.	– Stworzenie biznes planu uwzględniającego: cele ogólne i szczegółowe (np. stworzenie grupy przyjaznej środowisku lub grupy neutralnej energetycznie), całkowity popyt na energię i sposób jego zaspokojenia. – Wybór źródeł energii i technologii jej pozyskiwania. – Ustalenie kosztów inwestycji i kosztów eksploatacji. – Ustalenie potencjalnych źródeł finansowania i ewentualnych programów wspomagających finansowanie. – Ustalenie potencjalnych zagrożeń i programu zarządzania ryzykiem. – Ustalenie organów prawnych, z którymi należy współpracować. – Ustalenie formy organizacyjnej wspólnoty. – Ustalenie wymaganych ekspertyz (w tym aktualnie posiadanych). – Ustalenie działań możliwych do wykonania przez ochotników i działań przeznaczonych do wykonania na zlecenie. – Ustalenie planu i form komunikacji dla wszystkich uczestników projektu. – Ustalenie harmonogramu projektu. – Stworzenie planu działania systemu, który obejmuje długoterminowe zarządzanie operacyjne i koszty oraz potencjalne źródła przychodów.	Ustalenie wszelkich możliwych źródeł finansowania niezależnie od tego, czy będą one później wykorzystywane. Pożądane jest stworzenie strategii wyjścia z projektu. Istotne jest zaangażowanie członków potencjalnej wspólnoty, stworzenie grup wsparcia dla inicjatywy i zwiększanie świadomości członków, a także promowanie inicjatyw.

Tabela 3.5 (cd.)

1	2	3	4
Implementacja	Realizacja kroków biznes planu.	– Wspólny zakup urządzeń infrastruktury, głównie generatorów energii (wybranych w fazie 2) na podstawie procesu wyboru dostawców, instalatorów i oceny ryzyk wyszczególnionych w fazie 2. – Wspólna sprzedaż energii: społeczność działa jako dostawca energii odnawialnej (gaz, prąd, ciepło). Spółdzielnia przeznacza całą sprzedaż na rzecz zrównoważonego dostawcy energii, przy czym może te działania delegować na pośrednika. – Wspólne inwestycje: inwestowanie zysków w zakup kolejnych urządzeń generacji dla społeczności. – Wspólny udział w innych projektach na rzecz zrównoważonego środowiska w celu całkowitego pokrycia lokalnego zapotrzebowania na energię.	Ten proces powinien mieć charakter iteracyjny, w którym każdy krok powinien być oceniony zgodnie z założeniami przyjętymi w fazie. Biznes plan może być aktualizowany na podstawie doświadczeń zebranych przez poszczególnych członków społeczności i wspólnoty jako całości. Działania wspólnoty mogą zostać podzielone na różne podmioty prawne, zgodnie ze zidentyfikowanymi ryzykami finansowymi i prawnymi.
Eksploatacja	Bilansowanie kosztów i działań na rzecz wykorzystania energii w społeczności.	– Bieżąca analiza sygnałów rynkowych, bieżąca analiza ofert usług.	

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Timmerman, 2013].

Analiza działań wspólnot prosumentów, dokonana na podstawie badań prowadzonych w Danii (projekt Flexines), pozwoliła na określenie podstawowych motywacji oraz wymagań w zakresie tworzenia i prowadzenia takich wspólnot [Timmerman, 2013]:

1) na etapie decyzji o zakupie generatorów źródeł energii (głównie paneli PV):

– czynniki motywujące: chęć oszczędzania energii, udział w społeczności prowadzącej aktywne działania na rzecz zrównoważonego rozwoju, opłacalności inwestycji;

– czynniki ograniczające: mała estetyka urządzeń generujących energię (zmniejszenie atrakcyjności osiedla), możliwość przeniesienia generatorów poza osiedle, wysoki koszt w stosunku do zysków;

2) w zakresie bieżącego działania systemu i zarządzania zużyciem energii indywidualnego gospodarstwa domowego:

– możliwość przejścia z trybu sterowania automatycznego na manualny w dowolnym momencie,
– możliwość analizy zużycia energii na poziomie gospodarstwa domowego,
– maksymalne wykorzystanie energii z własnego generatora,
– prosty sposób zarządzania systemem,
– możliwość kontroli systemów grzewczych,
– możliwość kontroli nad systemem, włączania/wyłączania urządzeń domowych także w formie zdalnej,
– automatyczne sterowanie w okresie najniższych cen,
– kontrola cen zakupu/sprzedaży energii,
– analiza zużycia energii przez poszczególne urządzenia domowe,
– wolność wyboru usług,
– wolność wyboru dostawcy usług,
– dołączanie urządzeń i usług w trybie plug&play (również prosty sposób rezygnacji z usług lub odłączania urządzeń),
– adaptacja usług do potrzeb prosumenta,
– łatwy sposób korzystania z usług,
– dostęp do usług z dowolnego urządzenia,
– gwarancja ochrony danych,
– możliwość korzystania z różnego typu sieci (bezprzewodowej, kablowej, PLC) najchętniej obecnie dostępnych w mieszkaniu;

3) w zakresie bieżącego działania systemu na poziomie społeczności:

– zbiorowa własność wytwarzanej energii,
– możliwość wspólnego zakupu generatorów energii,
– maksymalne wykorzystanie energii produkowanej lokalnie na potrzeby społeczności,
– uzupełnienie braków energii także „zieloną” energią,
– zapewnienie ciągłości i stabilności pracy systemu (brak przerw w dostawie energii),
– bilansowanie popytu i podaży energii na lokalnym rynku energii,
– możliwość kontroli efektywności produkowania (w tym sprawdzania statusu urządzeń) i wykorzystania energii w społeczności,
– możliwość całkowitej automatyzacji pracy systemu,
– możliwość porównania efektywności działań z innymi członkami społeczności,
– możliwość dzielenia się wiedzą i doświadczeniem z innymi członkami grupy za pośrednictwem mediów społecznościowych.

Motywacje odbiorców do tworzenia wspólnot prosumentów energii mogą się różnić w kontekście lokalnym i zależeć od kultury regionu i czynników społecznych. Należy też zwrócić uwagę, że zmieniają się również inne systemy otaczające odbiorcę. Rozwój technologii, integracji narzędzi informatycznych i komunikacji prowadzi do połączenia usług sieciowych, takich jak: dostawa gazu, prądu czy wody. Integracja tych usług wraz usługami telekomunikacyjnymi może wpływać na podejmowane przez odbiorców decyzje w zakresie zmiany roli na rynku energii.

Obecnie, głównie z powodu niskiej znajomości tematyki, klienci mają wiele obaw przed przystąpieniem do programów związanych z rozwojem Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych. Z badań przeprowadzonych w USA wynika, że główne obawy odbiorców indywidualnych dotyczące instalacji inteligentnych liczników dotyczą: kosztów (27%), dokładności urządzeń (18%) i kwestii zapewnienia prywatności (9%) [Swaminathan, Ting, 2012]. Te same badania wykazały, że tylko 18% badanych nie ma żadnych obaw przed wprowadzaniem technologii Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych (ta grupa klientów może stać się potencjalnie społecznością, w której będą tworzone i testowane instalacje pilotażowe). Drugim czynnikiem ograniczającym zmianę roli są wysokie koszty technologii.

3.3.3. Systemy wspierania inwestycji w rozproszone źródła energii

Zmiana roli odbiorcy w prosumenta zakłada rozwój rozproszonych źródeł energii. Oznacza to, że odbiorca będzie posiadał generator energii, który pozwoli mu na produkcję i sprzedaż energii. Technologie rozproszonych źródeł energii dzielą się na dwa główne typy:

– produkujące energię ze źródeł odnawialnych, w których ciągłość generacji i ilość energii zależna jest od warunków pogodowych,

– wytwarzające energię w kogeneracji (CHP), bazując głównie na paliwach płynnych, biomasie, gazie naturalnym lub biogazie; te technologie gwarantują ciągłość pracy generatorów.

Produkcja energii z tych źródeł jest obecnie droższa niż energia produkowana w sposób konwencjonalny, zatem aby promować i stymulować rozwój tych źródeł oraz zachęcać odbiorców do instalacji urządzeń, niezbędny jest system wsparcia ze strony państwa. W Europie odpowiednie dyrektywy nakładają na państwa członkowskie obowiązek stosowania mechanizmów wsparcia takich działań.

Można wyróżnić dwa główne modele systemu wsparcia energii odnawialnej:

1) System kształtowania ilości wytwarzanej energii (quota system) – zwykle połączony z systemem rynkowego obrotu certyfikatami (system świadectw

pochodzenia stanowiących dowód wytworzenia energii ze źródła odnawialnego). System ten narzuca określonym uczestnikom łańcucha dostaw energii obowiązek minimalnego udziału energii „zielonej" w całkowitej konsumpcji energii. System obrotu certyfikatami pozwala na uzyskanie dodatkowego finansowania, oprócz dochodu uzyskiwanego z tytułu sprzedaży energii na rynku.

2) System kształtowania cen, w którym ceny wyznaczane są przez regulatora, w sposób zapewniający wspomaganie inwestycji i wytwarzanie energii. System ten ma wiele wariantów [Bando i in., 2009]:

– system taryf gwarantowanych (Feed in tariff – FIT oraz Feed in Premium),
– ulgi podatkowe – zwolnienie z podatku VAT lub akcyzy na ogół przypisane do każdej kWh pochodzącej z OZE,
– dopłaty gwarantowane – premia tzw. środowiskowa o stałej wartości jako dodatek do ceny rynkowej,
– subwencje inwestycyjne – dotacje do inwestycji w OZE przed jej rozpoczęciem lub w trakcie procesu.

System taryf gwarantowanych jest schematem wykorzystywanym przez większość państw europejskich. System ten pozwala właścicielom generatorów energii ze źródeł odnawianych na utrzymywanie określonych, preferencyjnych cen za energię przez określony czas, zwykle od 10 do 20 lat. System premiowanych taryf gwarantowanych (Feed in Premium) zakłada dopłatę do bieżących cen rynkowych. System ten zwykle zawiera schemat degresywnych stawek, co wynika z założenia, że upowszechnienie technologii zmniejsza koszty produkcji. Wysokość taryfy jest zależna od wielkości wytwarzanej energii, jej typu i roku uruchomienia. Taryfy ustalone w umowie podpisanej z prosumentem obowiązują przez czas określony w umowie. Taryfy dla kontraktów zawieranych w kolejnych okresach mogą być zmienianie i są zależne od aktualnych warunków rynkowych. Wyższe koszty związane z produkcją energii są przenoszone na wszystkich odbiorców przez zwiększenie cen dla odbiorców końcowych [Pamuła, 2013b].

W praktyce mechanizmy te stosowane są w wielu wariantach łączących elementy obu modeli.

W Polsce przyjęto system wsparcia inwestycji w odnawialne źródła energii (OZE) związany z obrotem certyfikatami, a obecne mechanizmy wspierające popyt, podaż i wytwarzanie energii koncentrują się wokół następujących rozwiązań [Matusiak i in., 2010b]:

– narzucenia przez regulatora obowiązku zakupu energii produkowanej z OZE,
– priorytetowego udostępniania sieci dla OZE,
– obniżenie określonych opłat, zwolnienia z podatków,
– wsparcie finansowe inwestycji poprzez dotacje, kredyty, systemy gwarantowanego zakupu energii.

System ten nie jest korzystny dla gospodarstw domowych, ponieważ wytwarzanie energii wiąże się z koniecznością prowadzenia działalności gospodar-

czej, co dla wielu odbiorców stanowi czynnik demotywujący do podejmowania działań w zakresie inwestycji w generatory produkcji energii. Doświadczenia europejskie wskazują na znacznie większą efektywność systemu taryf gwarantowanych, gdyż jest on prostszy w obsłudze i ma niższe koszty zarządzania. Dla odbiorcy indywidualnego istotne jest również to, że nie wymaga, poza podpisaniem umowy, dodatkowych działań.

Silny system wsparcia przez wprowadzenie schematu taryf gwarantowanych dla systemów fotowoltaicznych, rozpoczęty w Niemczech w latach 2006–2007, spowodował, że stały się one krajem wiodącym w ilości instalacji w Europie, w 2020 r. 7% zapotrzebowania na energię eklektyczną będzie pokrywane z instalacji fotowoltaicznych [Pietruszko, 2012]. W USA wsparcie rozwiązań Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej przez prezydenta spowodowało dynamiczny rozwój sektora energetyki solarnej i rozwój technologii pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych [Berg, 2012]. W Wielkiej Brytanii obowiązywał system certyfikatów. Przed rokiem 2010 nie było tam praktycznie instalacji generacji energii ze źródeł rozproszonych i odnawialnych (poza rozwiązaniami pilotażowymi), po wprowadzeniu w kwietniu 2010 r. systemu taryf gwarantowanych dla mikrogeneracji liczba zainstalowanych źródeł wytwarzania energii gwałtownie wzrosła, przy czym prawie 85% rozwiązań solarnych i niemal wszystkie systemy kogeneracji (CHP) zostały zainstalowane w gospodarstwach domowych. Obecnie takich instalacji jest około 0,5 mln, ale prognozowane jest około 8 mln instalacji w 2020 r. [Kashya, 2012; Pamuła, 2013b]. Z kolei w Norwegii systemem subwencji inwestycji objęto system generowania energii za pomocą pomp cieplnych (początkowo wspierano wszystkie typy urządzeń, a subwencje były wypłacane, gdy klient rozpoczął aktywne wykorzystywanie urządzenia). Intensywna kampania medialna przyczyniła się do sprzedaży prawie 0,5 mln tych urządzeń do roku 2008, w 2012 r. liczba instalacji wynosiła już około miliona [Shandurkova i in., 2012]. W Polsce system wsparcia dla inwestorów z grupy gospodarstw domowych jest niewystraczający. Projektowana ustawa o OZE, pozwalająca odbiorcy na produkowanie energii w mikroinstalacji na użytek własny lub sprzedaż, znosząca obowiązek prowadzenia działalności energetycznej, należąca do dużego trójpaku energetycznego, wciąż nie jest uchwalona. Polacy są zainteresowani inwestycjami w OZE. Z badań Związku Pracodawców Forum Energetyki Odnawialnej (ZP FEO) wynika, że aż 45%[4] chętnie zakupi i zainstaluje na budynku mikroinstalację. Dzięki inwestycjom gospodarstw domowych liczba prosumentów do 2020 r. mogłaby wzrosnąć do 2,5 mln [Wiśniewski, 2013].

Docelowy rynek energii w Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej przewiduje stymulację popytu dzięki niskim cenom. Koszty instalacji technologii pozy-

[4] http://www.ieo.pl/pl/aktualnosci/679-polacy-chc-produkowa-energi-z-oze-wyniki-najnowszych-badan- zawartych-w-raporcie-krajowy-plan-rozwoju-mikroinstalacji-odnawialnych-rode-energii.html

skiwania energii ze źródeł odnawialnych maleją [PKEE, 2013]. Stworzenie odpowiednich modeli biznesowych, dostępność i prostota instalacji spowodują, że rozwój Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej będzie przebiegał tak jak rozwój Internetu – użytkownicy sami będą kształtować jej strukturę i decydować o kierunkach rozwoju. Zanim jednak ten moment będzie osiągnięty, potrzebne jest wsparcie ze strony rządowej i stymulacja odpowiednich działań odbiorców, na co wyraźnie wskazują doświadczenia innych krajów i nawet jeśli system wsparcia inwestycji w OZE jest obecnie mniejszy niż w ubiegłych latach, to decyzje o obniżeniu poziomu wsparcia nie dotyczą gospodarstw domowych.

3.4. Budowanie profilu odbiorcy energii

Metodologia modelowania profilu odbiorcy uwzględniająca zachowania odbiorcy może zostać określona jako funkcja celu dostępności danych, segmentacji odbiorców i zakresu problemu (np. przyjętych ograniczeń, stopnia szczegółowości i hipotez). Identyfikacja podobnych profili odbiorców pozwala na efektywne prognozowanie popytu, redukcję mocy w godzinach szczytu i unikanie nadmiernych kosztów. Analiza zachowań odbiorców, budowa profili odbiorców przemysłowych i handlowych była jednym z elementów projektu EU-DEEP[5] i stała się, razem z wynikami projektu Fenix[6], podstawą budowy modeli biznesowych dla tworzenia nowych relacji na rynku energii Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej. Na rynku detalicznym dostawca musi szacować wymagania odbiorców indywidualnych, rozróżniając ich profile i potrzeby.

Dla prognozowania popytu na energię i moc istotne jest określenie potencjału programów reakcji strony popytowej w sektorze gospodarstw domowych. Z tego tytułu kluczowe jest zidentyfikowanie obszarów szczytowego obciążenia w ciągu dnia i oszacowanie, jak różnią się one we wzorcach konsumpcji energii dla poszczególnych klientów. Profile zużycia energii w gospodarstwach domowych są ściśle powiązane z okresem obecności mieszkańców w domu. W tym czasie odbiorcy mogą być wprowadzani w działania pozwalające na ograniczenie konsumpcji energii. Modelowanie zachowania klienta i tworzenie grup odbiorców o podobnych profilach wymaga odpowiedniego modelowania danych dla potrzeb programów reakcji strony popytowej już na poziomie gospodarstwa domowego. Na profil zużycia energii gospodarstwa domowego ma wpływ wiele czynników, takich jak:

- wykorzystywana technologia grzewcza,
- typ budynku mieszkalnego,

[5] http://www.eu-deep.com
[6] http://www.fenix-project.org

– zainstalowane urządzenia magazynowania energii,
– zainstalowane źródła produkcji energii i ich moce,
– wykorzystywane urządzenia (ich charakterystyki pracy), w tym te, które mogą podlegać sterowaniu w programach reakcji strony popytowej,
– okresy wykorzystywania budynku (np. dla domów letniskowych czy przeznaczonych do wynajęcia),
– warunki pogodowe,
– pora dnia, tygodnia, roku,
– położenie geograficzne,
– zwyczaje użytkownika związane z użytkowaniem urządzeń pobierających energię (np. godziny włączania rano czajnika elektrycznego, wieczorem TV itd.),
– i inne przypadkowe czynniki.

Dla dostawców usług energetycznych istotne jest zbudowanie prawidłowego profilu odbiorcy i dostarczenie mu odpowiedniej oferty. W metodach tradycyjnego prognozowania obciążenia odbiorcy wystarczyły dane historyczne o zużyciu w podobnych okresach poprzednich lat. W warunkach stosowania programów reakcji strony popytowej i rynku energii budowanie profilu wymaga wyznaczenia i zamapowania wszystkich czynników i ich interakcji, które wpływają na profil zużycia energii oraz wprowadzenia metodologii zachowania prosumentów. Z punktu widzenia zarządzania popytem ma to istotne znaczenie, gdyż nadwyżka energii z jednego punktu może być kierowana do innego, w którym w danym momencie zapotrzebowanie jest wyższe.

Każdy odbiorca ma swoje specyficzne zachowania i potrzeby. Czynniki wpływające na kształt krzywej obciążenia gospodarstwa domowego można podzielić na [Lineweber, 2011; Vanalme, Kling, 2010]:
– deterministyczne (np. charakterystyka pracy urządzeń),
– probabilistyczne (związane z zachowaniami odbiorcy),
– modele stochastyczne (np. parametry związane z warunkami pogody).

Model mapowania czynników wpływających na profil, w warunkach wykorzystywania rozproszonych generatorów energii o małej skali, powinien uwzględniać zachowania odbiorcy w aspekcie indywidualnym, behawioralnym i kontekstowym [Lampropoulos i in., 2010]. Profil odbiorcy może ulegać zmianie, gdyż może on zmienić dowolny z czynników go kształtujących, np. zmienić wykorzystywane urządzenia, zainstalować nowe źródło energii czy też zmienić swoje przyzwyczajenia na skutek udziału w programach reakcji strony popytowej i programach efektywności energetycznej. Istotne jest więc przechowywanie dodatkowych danych o programach, w jakich odbiorca brał udział, i systemach taryfy w nich obowiązujących. Do budowy profilu potrzebne są minimum następujące dane z różnych kategorii [Tsekouras i in., 2011]:

1) dane o odbiorcy:
– dane adresowe, informacja o zużyciu energii zgodnie z okresem rozliczeniowym, informacja o zużyciu gazu w analogicznych okresach (o ile jest dostępna),

– status ekonomiczny odbiorcy, liczba osób w gospodarstwie domowym, wykształcenie członków rodziny,

– charakterystyka mieszkania – typ budynku, powierzchnia, kubatura, liczba izb, liczba pięter, współczynnik przenikania ciepła, straty cieplne budynku,

– posiadane urządzenia,

– wykorzystanie energii w dniu roboczym i innych dniach, wykorzystanie mocy czynnej i biernej (dla tych informacji, z tytułu braku danych, mogą być wykorzystywane estymacje);

2) dane o urządzeniach domowych:

– nazwa i rodzaj,

– nominalna moc wejściowa i wyjściowa, napięcie, częstotliwość, współczynnik mocy, typowe krzywe pracy silnika,

– przewidywany okres eksploatacji,

– współczynnik efektywności energetycznej, zużycie energii, emisja gazów,

– parametry fizyczne, takie jak: rozmiar, waga,

– dane o generatorach i magazynach energii,

– typ źródła, parametry techniczne;

3) dane o programach DSM:

– opis mechanizmów (definicja, bariery, oczekiwane efekty, warunki stosowania, dotychczasowe doświadczenia, jednostki zaangażowane); opis podstawowy może zostać wykonany na podstawie statystycznych baz danych Międzynarodowej Agencji Energii (International Energy Agency – IEA),

– dane dodatkowe na temat oceny infrastruktury podlegającej programowi,

– dane do oceny efektywności finansowej i energetycznej programu (rejestracja kosztów i zysków każdego elementu, w tym uczestników programu i cen energii elektrycznej, gazu, ropy naftowej i innych paliw, taryfy);

4) dane na temat sieci elektroenergetycznej i gazowej;

5) dane o obszarze geograficznym;

6) dane na temat klimatu i statystyczne dane meteorologiczne obszaru.

Okres gromadzenia szczegółowych danych o odbiorcach będzie zależał od czasu zainstalowania odpowiednich systemów automatycznego opomiarowania. Do tego momentu część danych można pozyskiwać od odbiorców z aktualnych baz danych, część z wywiadów, a część może być estymowana na podstawie innych danych. Zgromadzone dane o odbiorcy pozwolą na określenie „typowego" odbiorcy, co może uprościć działanie na rynku zarządzanie profilami agregatorom i dostawcom energii. Podobnie możliwe jest określenie typowych urządzeń w gospodarstwie domowym. Do symulacji procesów działania rynku i tworzenia prognoz obciążenia testowanych jest wiele rozwiązań informatycznych, głównie wykorzystujących technologie agentowe [Saklani, 2012]. Do tworzenia i przechowywania danych, w opisanym układzie, oraz modelowania profili i tworzenia prognoz obciążenia został zaprojektowany m.in. system bazy danych o nazwie LADY [Tsekouras i in., 2011].

Z punktu widzenia Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej określenie profilu zużycia energii odbiorcy, a zwłaszcza identyfikacja okresów szczytowych wykorzystywania energii przez odbiorców końcowych, w tym użytkowników gospodarstw domowych, jest podstawowym elementem redukcji kosztów i tworzenia równowagi między popytem a podażą. Agregacja profili odbiorców na ograniczonym obszarze jest podstawą do określenia potencjału programów reakcji strony popytowej, systemu bodźców i systemu taryf. Obecnie większość rynków europejskich (w tym rynek polski) nie jest w pełni zliberalizowana, a programy DSM nie są sterowane bieżącymi okresami zużywania energii przez odbiorcę. Całkowita liberalizacja rynku oraz powstanie lokalnych rynków energii może doprowadzić do efektywnego mechanizmu kreowania cen na podstawie faktycznych kosztów energii w danym momencie i skutecznego stosowania programów reakcji strony popytowej. Niepewność dotycząca rozwoju rynku [Torriti, 2012b] może oznaczać, że obecnie szacowanie aktywności w programach reakcji strony popytowej może być raczej pewnego rodzaju spekulacją.

3.5. Rola systemów i technologii informacyjno-komunikacyjnych w rozwoju Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych

Oprócz rozwiązań technicznych i nowych technologii efektywnego wytwarzania energii, istotną rolę w rozwoju Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych pełnią technologie informacyjno-komunikacyjne, a rozwój firm tego sektora jest pewnego rodzaju katalizatorem rozwoju sektora energetycznego w kierunku ISE [Erlinghagen, Markard, 2012]. Do udziału w rynku energii potrzebne są nowe systemy pozwalające na uzyskiwanie kosztów energii, kształtowania jej cen i podejmowania optymalnych decyzji handlowych. Dwa podstawowe elementy komunikacji decydują o istotności komunikacji w Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej. Jednym jest krótki czas oczekiwania na reakcję urządzeń na polecenia wysyłane przez jednostkę sterującą, zarządzającą poborem, a drugim przepustowość (wymagany wskaźnik transferu danych). W przypadku ISE oba powinny być niskie. Jednym z mediów, jakie może być wykorzystane w tej komunikacji jest Internet, którego podstawą jest protokół IP.

W sterowaniu zużyciem energii poprzez urządzenia domowe istotną rolę pełni integracja pomiędzy rozwiązaniami ICT i automatyką urządzeń. Część urządzeń obecnie używanych w gospodarstwach domowych to urządzenia programowalne. Zwykle używa się ich, wybierając odpowiedni program i natychmiastowe uruchomienie. W przypadku systemów zarządzania energią proces ten może zawierać dodatkowe kroki. Po przystąpieniu do odpowiedniego programu odbiorca wybiera system preferencji czasu wykonania operacji, podając najbliższy możliwy czas rozpoczęcia wykonania i ostatni akceptowalny zakończenia.

Aplikacja zarządzania zużyciem energii, na podstawie danych o prognozowanych cenach energii w najbliższych godzinach, będzie decydować, kiedy uruchomić wykonanie określonych przez odbiorcę operacji poszczególnych usług i przesyłać informacje w odpowiedniej kolejności do urządzeń o przejściu w tryb uruchomienia lub pozostawaniu w trybie gotowości. Aplikacja taka, oprócz wykonywania poleceń użytkownika, może reagować na sygnały DR (cenowe lub ilościowe), zmieniając harmonogram wykonywanych usług, oraz na sygnały o przeciążeniu lub awarii sieci. W przypadku przeciążenia podejmuje decyzje o ograniczeniu wykonywania usług, w przypadku awarii – po jej ustąpieniu – o kolejności podejmowania usług. W automatyzacji podejmowania decyzji niezbędna jest klasyfikacja urządzeń domowych i stworzenie architektury sieciowej pozwalającej na wdrożenie aplikacji umożliwiających zarządzanie energią, a tym samym jej oszczędzanie w gospodarstwie domowym. Rozwiązania takie przewidują stworzenie tzw. „bramki domowej" – urządzenia będącego centralnym punktem zarządzania usługami związanymi z korzystaniem z energii, takimi jak: monitorowanie, kontrolowanie funkcji urządzeń domowych oraz komunikacji wewnątrz Infrastruktury Sieci Domowej oraz komunikacji ISD z siecią zewnętrzną. Podobne rozwiązanie jest proponowane w stanowisku prezesa Urzędu Regulacji Eenergetyki [URE, 2013].

Koszty rozwiązań ICT są też jednym z głównych kosztów inwestycji w ISE. Prócz nowych rozwiązań istotna jest integracja systemów z aktualnie pracującymi systemami informatycznymi, zwłaszcza z systemem rozliczeń oraz rachunków. W projekcie budowy ISE dla miasta Palo Alto [PaloAlto, 2011] w USA, koszty oprogramowania back office i integracji systemów, stanowiły około 40% pierwotnego budżetu wynoszącego 14 mln $. Standaryzacja rachunków, outsourcing tych funkcji, korzystanie z otwartych standardów, rozwiązania dostępne w technologii chmury obliczeniowej (*Cloud Computing*) [Pamuła i in., 2012] mogą stać się sposobem na obniżenie kosztów inwestycji.

Komunikacja w zakresie proponowanych rozwiązań Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej pomiędzy dostawcą energii (lub agregatorem) a klientem powinna dotyczyć nie tylko bieżących działań, ale również edukacji w zakresie przyszłych, możliwych do osiągnięcia korzyści płynących z ISE.

Inwestycje w infrastrukturę tradycyjnych sieci elektroenergetycznych były zwykle lokowane centralnie i obliczone na 30–50 lat użytkowania. Zasadnicze koszty ponosił jednorazowo inwestor, inwestycja była prowadzona w jednym miejscu, a następnie przez lata użytkowania dochodziły koszty remontów i utrzymania urządzeń w ruchu. W przypadku ISE sytuacja jest nieco inna, inwestycje charakteryzują się:

- rozproszeniem geograficznym,
- czasem użytkowania 10–15 lat lub nawet krótszym,

– koniecznością ciągłego doinwestowywania w celu osiągnięcia określonej efektywności,

– przejęciem części inwestycji przez klienta.

Optymalizacja działania systemu elektroenergetycznego w celu osiągnięcia korzyści zarówno dla dystrybutora, jak i dla klientów będzie wymagała stworzenia nowych procesów systemu obsługi klienta, wykorzystania nowych rozwiązań technologicznych, szkolenia kadr oraz zaangażowania kierownictwa.

Instalacje pilotażowe mogą stać się przyczynkiem do prawidłowego oszacowywania kosztów i korzyści inwestycji w Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej. Na przykład małe projekty instalacji infrastruktury inteligentnego opomiarowania, umożliwiające klientom zebranie doświadczeń w zakresie stosowania nowych technologii, pozwolą na określenie korzyści, jakie dane technologie mogą przynieść w środowisku lokalnym oraz jak efektywnie te technologie wykorzystywać, w celu maksymalizacji zysku z inwestycji. Jeśli dostawca energii potrafi daną społeczność przygotować do optymalnego korzystania z wprowadzanych rozwiązań już na wczesnym etapie, poniesione koszty z inwestycji zwrócą się szybciej. Organizowanie takich małych projektów wymusi jednocześnie na dostawcy zmianę stylu pracy, angażując różne oddziały i zwiększając udział klientów. Małe projekty powinny być organizowane w różnych segmentach użytkowników, zbierając doświadczenia z jednoczesnym badaniem potrzeb długookresowych. Budowane w oparciu o elastyczne, skalowalne architektury pozwolą na proste rozpowszechnienie sprawdzonych rozwiązań. Z kolei, nieefektywne projekty można łatwo porzucić, nie ponosząc zbyt dużych kosztów [Swaminathan, Ting, 2013]. Wiele firm produkujących oprogramowanie (w tym tak znane, jak SAP[7], IBM[8]) prowadzi, samodzielnie lub wspólnie z innymi organizacjami, projekty związane z ofertą nowych aplikacji dotyczących obsługi usług wymaganych w Inteligentnych Sieciach Elektroenergetycznych. Tematyka ta jest również przedmiotem badań licznych projektów amerykańskich, japońskich czy europejskich. W projekcie SmartHouse/SmartGrid[9] opracowywane są rozwiązania dla dwóch stron rynku: systemy dla odbiorców do zarządzania inteligentnym domem oraz systemy dla operatorów, w których za pomocą dwukierunkowej komunikacji podejmowane są lokalne decyzje w ramach aktywnego zarządzania popytem.

System zarządzania energią w lokalnej społeczności jest inwestycją, którą ta społeczność musi ponieść. Inwestycja taka przyniesie jednak określone korzyści [Mendes i in., 2011]:

---

[7] SAP Leads the Charge for Smart Grid Adoption in Europe White Paper Presented to European Energy Commissioner and Kicks Off Panel Discussion on Smart Grid Rollout, SAP, http://www.sap.com/press.epx?PressID=14655

[8] http://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/smart_grid/ideas/

[9] http://www.smarthouse-smartgrid.eu

– równy udział w zyskach dla członków społeczności,
– ekonomiczne wsparcie rozwoju obszaru, co jest istotne zwłaszcza dla obszarów pozamiejskich,
– podniesienie poziomu akceptacji inwestycji w OZE,
– edukacji mieszkańców w zakresie zrównoważonego rozwoju programów reakcji strony popytowej i programów efektywności energetycznej.

Prosumentowi, który będzie aktywnie zarządzał produkcją i sprzedażą energii, niezbędny będzie pewien zasób usług umożliwiający optymalizację podejmowanych decyzji. Projektowanie usług obejmuje zarówno elementy techniczne, jak i elementy funkcjonalne: infrastrukturę sieci, dostępu do sieci, platformy udostępniania usług, aplikacje gromadzenia danych, interfejsy. Projektowanie usług musi uwzględnić wymagania prosumenta i odbywać się na czterech poziomach [Timmerman, 2013]:
– infrastruktury fizycznej,
– infrastruktury danych (z inteligentnych liczników, urządzeń domowych i generatorów energii oraz danych bilingowych),
– usług energetycznych (kontroli, zarządzania, bilansowania popytu),
– zarządzania społecznością prosumentów.

Większość proponowanych rozwiązań do tworzenia usług wykorzystuje architekturę usługową SOA (Service Oriented Architecture) w warstwie danych, logiki biznesowej i sposobów prezentacji. Wyznaczenie głównych barier rozwoju i wytycznych dotyczących rozwiązań ICT dla ISE było celem projektu SEESGEN-ICT [Pamuła i in., 2010]. W wyniku analiz przeprowadzonych w ramach projektu zaproponowano 54 rekomendacje, podzielone na osiem grup. Do każdej z rekomendacji zaproponowano m.in.: sugerowane działania, ich priorytety, zakres i ograniczenia, wpływ na poszczególnych uczestników rynku i na rozwój ISE oraz dalszy kluster dla konsultacji rozwoju [Pamuła, Matusiak, 2011b].

Projektowanie usług z wykorzystaniem ICT musi uwzględniać wiele czynników biorących pod uwagę horyzont czasowy ich działania i wymagania prosumentów jako społeczności. Są to m.in. [Timmerman, 2013]:
– adaptacja – do nowych technologii, ewoluujących wymagań prosumentów i ich społeczności,
– skalowalność – do wzrastającej liczby aktywnych prosumentów i możliwości zarządzania w czasie rzeczywistym,
– rozszerzalność – automatyczna aktualizacja aplikacji z gwarancją poprawnego działania,
– niezawodność – gwarancja bezpieczeństwa dostaw energii i świadczenia usług,
– bezpieczeństwo i ochrona danych – zastosowanie mechanizmów kontroli o wysokim stopniu zaufania,

– interoperacyjność – stosowanie standardów w celu umożliwienia kooperacji usług i wymiany danych między komponentami,

– wydajność – spełnienie minimalnych wymogów w zakresie określonych charakterystyk, np. czasu odpowiedzi,

– atrakcyjność, użyteczność i prosty sposób obsługi – w celu podtrzymania zainteresowania odbiorcy i optymalizowania jego doświadczeń,

– elastyczność – oferta serwisów powinna mieć formę modułową, tak by prosument mógł wybrać odpowiednie dla niego usługi w dowolnym momencie; instalacja i deinstalacja usług powinna odbywać się w trybie automatycznym (plug&play),

– transparentność – procesy opomiarowania i rozliczenia muszą być przejrzyste i zrozumiałe dla prosumenta,

– wartość biznesowa – usługi muszą być korzystne finansowo dla każdej ze stron rynku,

– zgodność z regulacjami (zmiennymi w czasie) prawnymi i innymi przepisami.

Istotny problem stanowi kompatybilność urządzeń i standardy komunikacji dla wymiany danych pomiędzy urządzeniami i aplikacjami. Interfejsy danych i komunikacji muszą mieć możliwość autoryzacji dostępu do danych przez wszystkie strony, tj. dystrybutora, konsumenta, agregatorów i jednostek trzecich. Protokoły wymiany danych muszą zapewniać interoperacyjność i wysoką sprawność [Pamuła, 2011].

Funkcjonalność systemu zarządzania energią (Energy Management Systems – EMS) dla prosumenta i dla społeczności prosumentów powinna obejmować pewne usługi niezbędne do zarządzania w obrębie samej społeczności i prowadzenia działań na rynku energii (tab. 3.6). W przypadku danych dla prosumenta zakres grupy informacyjnej pokrywa się z wynikami badań dla komunikacji z odbiorcą (por. rozdz. 2.2).

Projektem europejskim, który ma na celu przygotowanie systemów zarządzania energią do sterowania i integracji popytu małych odbiorców oraz ich aktywnego udziału w rynku, jest projekt wspomniany już w rozdziale 3.1 o nazwie ADDRESS[10]. Projekt zawiera propozycje dotyczące zarówno architektury systemu, jak i funkcjonalności poszczególnych aplikacji i usług. Podobne zagadnienia obejmuje projekt BeyWatch Project[11], w którym zaproponowano podobną architekturę, jak w proponowanych rozwiązaniach ADDRESS, gdzie „agent" pełni rolę bramki wyjścia (pośrednika) pomiędzy inteligentnym licznikiem odbiorcy a systemem rynku. „Supervisor" ma podobną funkcjonalność jak agregator, który zbiera dane od indywidualnych gospo-

[10] http://www.addressfp7.org
[11] http://www.beywatch.eu

darstw domowych i dzięki rozwiązaniom informatycznym pozwala na planowanie i prognozowanie wykorzystania energii. System oferuje szereg usług, takich jak: prezentacja modelu wykorzystania energii, zarządzanie obciążeniem i prowadzenie systemu tworzenia kopii zapasowych.

Tabela 3.6. Funkcjonalność systemów EMS dla prosumentów

Grupa funkcjonalności	**Prosument**	**Społeczność prosumentów**
1	2	3
Informacyjne	Wyświetlanie na żądanie danych (historycznych i bieżących): – pomiarowych na temat generacji i konsumpcji energii, – zużyciu energii poprzez poszczególne urządzenia, – statystycznych w różnym układzie o kosztach, emisji i (lub) redukcji CO_2, Wyświetlanie bieżących cen energii, Porównanie z innymi członkami społeczności.	Aktualne wykorzystanie energii przez pozostałych członków społeczności, Globalne zużycie energii w społeczności, Globalna generacja energii przez pozostałych członków społeczności, Globalna generacja energii w społeczności, Status urządzeń generujących energię, Status popytu i podaży w czasie rzeczywistym, Aktualne ceny energii, Wykorzystanie systemu FAQ lub mediów społecznościowych dla wymiany wiedzy i doświadczeń.
Kontrolne	Kontrola termostatów i urządzeń domowych (w tym statusów urządzeń), Kontrola pracy własnych urządzeń generujących, Wykrywanie cyberataków i oszustw, Zarządzanie profilem i preferencjami, Ustawienie budżetu, Planowanie obciążenia, Ustalenie harmonogramu pracy urządzeń domowych, Dostęp poprzez różne urządzenia, w tym mobilne, Ustawienia dla programów DSM/DR.	Ustawienia globalne programów DSM/DR, Kontrola pracy urządzeń generujących, Wykrywanie cyberataków i oszustw.
Doradcze	Alarmowanie w przypadku stwierdzenia odchyleń od profilu, Wskazanie nieefektywnych urządzeń domowych, Wykrywanie awarii, Powiadomienia o awariach, Optymalizacja cyklu życia urządzeń, Sugestie w zakresie zakupów,	Wykrywanie awarii, Powiadomienia o awariach, Optymalizacja działań na rynku energii.

Tabela 3.6 (cd.)

1	2	3
Doradcze	Prognozy, w tym prognozy pogody powiązane z potencjałem generacji uzależnionej od warunków pogodowych.	
Administracyjne i finansowe	Dane dotyczące generacji, magazynowania i wykorzystania energii, Agregacja danych i świadczeń, Oszacowanie wysokości rachunku.	Zarządzanie umowami i usługami, Rozliczanie wspólnej produkcji, Rozliczenie lokalnego popytu i podaży.
Rynkowe	Informacje o cenach rynkowych, Scenariusze korzystania z taryf cenowych, Prognozy cen na podstawie profilu i preferencji, Elastyczne programy cenowe.	Dostęp do informacji o cenach rynkowych innych rynków lokalnych, Prognozy cen na podstawie profilów odbiorców zmodyfikowane o prognozy pogody.
Ogólne	Dostęp do portalu internetowego, Ochrona danych, Konfiguracja urządzeń, Dostęp do dowolnej infrastruktury komunikacyjnej.	Hosting dla aplikacji, Portal internetowy, Ochrona danych i zasobów, Automatyczna aktualizacja aplikacji, Tworzenie kopii zapasowych, Konfiguracja urządzeń, Zarządzanie kontraktami i umowami, Możliwość inter- i intrakomunikacji, Zarządzanie infrastrukturą komunikacyjną.

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Timmerman, 2013; Karnouskos, 2011].

Kreowanie systemów do zarządzania energią w społeczności jest procesem niezwykle złożonym wymagającym zaprojektowania wielu współzależnych usług. Działanie systemu powinno prowadzić do minimalizowania kosztów ekonomicznych i środowiskowych danej grupy. Liczba proponowanych rozwiązań rośnie z każdym rokiem, dostępne są także analizy i opracowania potencjalnych zastosowań dla różnych grup społeczności. Obecnie dostępnych jest wiele aplikacji tworzonych w różnych technologiach i wykorzystywanych w różnych aspektach zarządzania siecią [Connolly i in., 2010]. Analiza funkcjonalności takich narzędzi powinna być dokonywana w następujących aspektach [Mendes i in., 2011]:

– sprawdzenie, jak modele typu bottom-up identyfikują i analizują dostępne technologie w zakresie możliwych opcji inwestycji i alternatywnych rozwiązań,
– symulacji operacji zarządzania energią w zakresie zaspokajania popytu społeczności,
– możliwości tworzenia długookresowych scenariuszy działań,
– budowania równowagi pomiędzy zachowaniem popytu, podaży i cenami energii na rynku lokalnym i w kontaktach z innymi rynkami,

– optymalizacji działań bieżących,
– optymalizacji inwestycji (zwykle narzędzia te występują łącznie z narzędziami tworzenia scenariuszy).

Przegląd wybranych rozwiązań dla potrzeb małych lokalnych społeczności, według wymienionych aspektów, został zaprezentowany w Załączniku 2 [Mendes i in., 2011]. Do analizy wykorzystano sześć komercyjnych i darmowych modeli. Z przeprowadzonych testów wynika, że niewiele narzędzi spełnia wszystkie wymagania. Narzędzia koncentrują się albo na optymalizacjach technicznych, albo ekonomicznych. Dla grup prosumentów oznacza to przejście procesu wyboru systemu informatycznego tak, jak ma to miejsce w przypadku systemów informatycznych do zarządzania przedsiębiorstwem. Inicjatorzy powstawania grup, sami lub powołując zespół projektowy, będą musieli sami określić oczekiwania w stosunku do systemu, wykonać analizę dostępnych produktów i podjąć decyzję o wdrożeniu określonego systemu. Obszar ten jest miejscem potencjalnego rozwoju usług biznesowych wspierających prosumentów w zakresie projektowania infrastruktury technicznej i informatycznej.

Podstawowym elementem integracji odbiorców z rynkiem energii w Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej, pozwalającym na wymianę sygnałów cenowych i reakcji, są platformy elektroniczne. Rozwiązania te muszą być dedykowane użytkownikom końcowym, którzy są głównym uczestnikiem nowej generacji sieci inteligentnych, uwzględniając ich wszystkie potrzeby. Użytkownicy platform stanowią bardzo zróżnicowaną grupę odbiorców posługujących się różnymi urządzeniami, z różnymi systemami i aplikacjami [Pamuła i in., 2011]. Efektywność systemów informatycznych została udowodniona w wielu pilotażowych rozwiązaniach. Istotną rolę w tworzeniu takich systemów pełni proces standaryzacji, interoperacyjności i zapewnienia bezpieczeństwa [Pamuła, 2011]. W raporcie Joint Research Centre [JRC, 2011] dokonano analizy około 300 prowadzonych projektów (w tym 219 poddano szczegółowym badaniom). Coraz więcej projektów z obszaru reakcji strony popytowej wychodzi z fazy R&D, przechodząc do fazy demonstracyjnej i badania poziomu zaangażowania odbiorcy. Zdobycie zaufania odbiorcy i wprowadzenie ich do programów stanowi obecnie jedno z głównych wyzwań autorów programów. Wśród projektów, w których tworzone są platformy oferujące usługi w zakresie integracji generatorów energii ze źródeł rozproszonych, programów reakcji strony popytowej, integracji pojazdów elektrycznych i hybrydowych z siecią elektroenergetyczną (V2G) wyróżnione zostały:

– eTelligence [EPRI, 2012; Agsten i in., 2013] – projekt platformy dla lokalnego rynku energii z wykorzystaniem technologii sztucznej inteligencji,
– Web2Energy[12] [Matamala, 2011] – platforma, w której duża liczba małych producentów z różnych źródeł (fotowoltaicznych, kogeneracji, turbin wia-

[12] http://www.web2energy.com

trowych, biomasy itp.) oraz systemy magazynowania są podłączone do Centrum Sterowania przez tzw. Zdalny terminal. Centrum sterowania koordynuje wymianę energii i usług energetycznych producentów i odbiorców. Odbiorcy podłączeni są za pomocą inteligentnych liczników i mogą reagować na sygnały DR.

– Cell Controller [Ackermann i in., 2008] – stworzenie architektury dla centralnego sterowania rozproszonymi źródłami energii,

– Virtual Power Plant – projekt wskazania wykonalności technicznej i ekonomicznej koncepcji wirtualnego rynku energii z agregacją rozproszonych źródeł energii,

– EcoGrid EU – stworzenie kompletnej platformy dla transakcji usług handlu energią z rozproszonych źródeł, bez względu na moc źródła (integracja nawet bardzo małych źródeł); usługi agregacji leżą nie tylko po stronie podaży, ale też popytu,

– Nobel – rynkowo ukierunkowany model i platforma zarządzania produkcją i zużyciem energii dla grup prosumenckich z dodatkowym systemem gromadzenia danych z urządzeń zainstalowanych w sieci [Karnouskos i in., 2011].

W projekcie SEESGEN-ICT zdefiniowano założenia internetowej platformy usług zarządzania popytem (Demand Side Service Oriented Platform – DSSP) oraz przygotowano rekomendacje dla jej implementacji [Pamuła i in., 2011].

Tworzenie platform wymaga integracji dwóch obszarów [JRC, 2011]:

– warstwy fizycznej zapewniającej optymalną i bezpieczną infrastrukturę zasilania, przepływu energii i danych pomiędzy uczestnikami rynku,

– obszaru rynku zapewniającego wydajne mechanizmy skoordynowanych transakcji pomiędzy operatorami systemów, odbiorcami indywidualnymi, agregatorami itp.

Rentowność platform rynkowych zależy od liczby zaangażowanych odbiorców. Im więcej konsumentów przyłączy się do platformy, tym wyższa będzie jej wartość biznesowa. Warunkiem podstawowym jest zapewnienie członkom wymiernych korzyści, wprowadzenie zasad polityki bezpieczeństwa i ochrony danych oraz zasad otwartego dostępu i uczciwej konkurencji między podmiotami danego rynku energii.

3.6. Rola mediów społecznościowych w promowaniu nowych rozwiązań Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej

Media społecznościowe związane są z rozwojem technik i usług Internetu, z zwłaszcza dotyczących Web 2.0 [Brown, 2009]. Rozwój ten zmienił role użytkowników z pasywnych odbiorców informacji we współtwórców nowych produktów i usług [Gogołek, 2006]. Media społecznościowe pozwalają internautom między innymi na wyrażanie opinii, poglądów, komentarzy, budowanie relacji,

komunikację i dyskusję na dowolny temat [Kaczmarek-Śliwińska, 2011]. Wirtualne grupy społecznościowe są zbiorami członków, którzy uczestniczą w różnym stopniu we wspólnych działaniach na rzecz określonego celu. Tego typu społeczności we współczesnym świecie powstają w sposób masowy i dotyczą różnych dziedzin, takich jak gospodarka, ekonomia, ruchy społeczne i polityczne, kreowanie wartości w biznesie, rozwój nauki czy rozrywka. Rośnie też stopień uzależnienia internautów od serwisów internetowych [Gregor, Stawiszyński, 2012]. Wielu dostawców różnego rodzaju produktów i usług tworzy i prowadzi tego typu aktywności dla klientów i konsumentów [Gregor, Stawiszyński, 2012]. Media społecznościowe stanowią ogromny potencjał, dając nowe możliwości dla działań marketingu i nawiązywania relacji z konsumentami [Gregor, Stawiszyński, 2012].

Z kolei konsumenci, za sprawą mediów społecznościowych, zyskali nową siłę pozwalającą im, dzięki szybkości przekazu, kreować i wpływać na wizerunek organizacji. Konsument w sieci tworzy treści, a nie tylko je odbiera, buduje sieć kontaktów, wykorzystuje najnowsze technologie, dokonuje zakupów, ufając opinii innych użytkowników i sam takich opinii udziela, preferując w praktyce świat wirtualny nad rzeczywistym [Martyniuk i in., 2012].

Członkowie społeczności pełnią w niej różne role pasywne lub aktywne [Kaczmarek-Śliwińska, 2011]. Motywacja i zachowania członków (zwłaszcza podtrzymywanie aktywności) grup społecznościowych są również przedmiotem zainteresowania wielu badaczy, w tym analityków systemów informatycznych. Zaletą tego typu rozwiązania jest większa skłonność członków społeczności do odpowiadania na pytania, udział w tworzeniu zawartości, troska o zachowywanie norm, a także wsparcie społeczności na wiele różnych sposobów, aby podtrzymać jej aktywność. Znajomość potrzeb członków i tworzenie zachęt do odwiedzania witryn jest kluczowe dla istnienia społeczności. Zwykle około 90% społeczności stanowią osoby pasywne, ale znające zasady działania obowiązujące w danej społeczności.

Aktywacja pasywnych członków może nastąpić przez poszukiwanie informacji i wiedzy. Wzorce zachowań związanych z procesem poszukiwania wiedzy i informacji, której podstawą jest ciekawość, są przedmiotem aktualnych badań. Przeprowadzono teoretyczne badania wzajemnej interakcji, ciekawości i zachowań pasywnych nazwanych „przyczajeniem" w celu sprawdzenia, czy „przyczajenie" może być powiązane z indywidualnym procesem zaspokajania ciekawości oraz możliwości [Schneider i in., 2013]. Odpowiedź pozytywna oznaczałaby możliwość stworzenia mechanizmów bodźcowych aktywacji członków „przyczajonych" [Schneider i in., 2013].

Ciekawość poznawcza jako indywidualne dążenie do pozyskania wiedzy jest indywidualną cechą człowieka. Rozróżnia się dwa typy ciekawości [Litman, 2008]:

- zainteresowanie,

– deprywacja – odnosząca się do braku możliwości zaspokojenia wiedzy, dążenia do eliminacji stanu niepewności, gdzie zmiana tego stanu i zaspokojenie wiedzy jest postrzegane jako nagroda i przyjemność.

Indywidualne osoby różnią się predyspozycjami w zakresie występowania stanu zaciekawienia i tendencjami do doświadczenia tego stanu, jako zainteresowania lub deprywacji. Oba typy zainteresowań można logicznie połączyć z indywidualną motywacją do poszukiwania wiedzy, formułowania intencji i faktycznego jej wykorzystania.

Aktywni członkowie społeczności opisują bieżące problemy i stawiają nowe pytania. W przypadku społeczności grupowanej wokół określonej marki, usługi czy produktu, członkowie zwykle opisują związane z nim swoje doświadczenia, skuteczność i potencjalne kierunki rozwoju. W przypadku wprowadzania nowych rozważań (rynkowych czy technologicznych) takich produktów jak systemy informatyczne, mogą oni mieć wpływ na ich rozwój i funkcjonalność. Mimo że cele tworzenia internetowych społeczności różnią się, członkowie takich społeczności wykazują pewnego rodzaju podobieństwo w postępowaniach związanych z przynależnością (głównym celem przystąpienia do grupy jest zazwyczaj zaspokojenie potrzeby informacji). Zrozumienie potrzeb członków, ich motywacji do przystąpienia do grupy, udział w forach, tworzenie nowych postów pozwala na stworzenie lepszej oferty produktowej [Schneider i in., 2013]. Problemem grup społecznościowych staje się podtrzymywanie aktywności jej członków. Rola członka grupy zwykle ewoluuje od zwykłego odwiedzającego internauty, poprzez nowicjusza i doświadczonego użytkownika do eksperta. Rola ekspertów i doświadczonych użytkowników jest niezbędna, ponieważ są oni bardzo cennym źródłem informacji dla nowo wstępujących. Zwykle jednak większość użytkowników po zaspokojeniu potrzeby informacji staje się członkami pasywnymi, „przyczajonymi", od czasu do czasu aktywując swoje działania. Motywację przystąpienia do forum zwykle stanowi chęć zaspokojenia wiedzy, motywacją do dalszego aktywnego udziału jest chęć dzielenia się doświadczeniami, a w niektórych przypadkach działania altruistyczne i troska o działanie społeczności. Nowi członkowie zwykle próbują zaznajomić się z resztą grupy przed postawieniem nowego postu.

W praktyce biznesowej są określone pewne zasady wykorzystywania mediów społecznościowych stanowiące o etycznej podstawie ich funkcjonowania, [Safko, Brake, 2009], takie jak: umożliwienie prowadzenia dialogu, budowanie relacji, wpływanie na tok dyskusji, brak kontroli wątków dyskusji. Trexy marketing jako najistotniejsze traktuje emocje i doświadczenia konsumenta, a także wykorzystuje narzędzia, które mają przyciągnąć uwagę konsumenta i związać go z marką, takie jak [Niedzielska, 2009, Widawska-Stanisz, 2011]: marketing szeptany, wirusowy, partyzancki, ambient media, programy trendsetterskie, community marketing (tworzenie niszowych społeczności wspierających dany

produkt lub usługę), causa marketing (wspieranie kwestii społecznych w celu zdobycia wsparcia osób, dla których problem ten jest istotny), casual marketing (wykorzystywanie promocji jednego produktu do promocji innego), bezpośrednie relacje z liderami opinii, interaktywne reklamy czy platformy wymiany doświadczeń. Celem tego typu marketingu jest przede wszystkim stworzenie oferty budującej nowe trendy, umożliwienie konsumentom wpływania na ostateczną postać produktu, budowanie społeczności wokół marki i kreowanie liderów przejmujących role wiodące w jej promocji [Trzeciak, 2009].

Marketing społeczny jest bardzo skuteczny w przypadku niektórych pokoleń konsumentów lub segmentów rynku, może nawet bardziej skuteczny niż personalizowany e-mail. Zasada ta dotyczy również odbiorców energii. Portale i platformy o treściach proekologicznych stają się źródłem wiedzy i miejscem nawiązywania kontaktów biznesowych. Przykładem portalu gromadzącego uczestników zainteresowanych rozwojem energetyki odnawialnej i rozproszonej jest powstały, w wyniku projektów SYNERGY i SYNERGY+, serwis webowy Inteligencji Konkurencyjnej dla małych i średnich przedsiębiorstw, którego celem jest utrzymywanie aktualnej informacji odnośnie do sektora Rozproszonych Zasobów Energii i ułatwienia w dostępie do funduszy przeznaczonych na badania i rozwój [Pamuła i in., 2008]. Stworzenie globalnej sieci ekspertów DSM, w tym Platformy wymiany informacji dla SME i gospodarstw domowych, jest jednym z zadań aktualnie prowadzonego przez International Energy Agency (IEA) projektu [Bengtson, 2013].

Platformy społecznościowe są miejscem wirtualnych spotkań wielu internautów. Pewna grupa konsumentów oczekuje możliwości dzielenia się spostrzeżeniami z innymi odbiorcami.

Jak wykazano w rozdziale 2.2, komunikacja pomiędzy odbiorcą a dostawcą musi być komunikacją dwukierunkową. Odbiorca nie może być jedynie instruowany, musi mieć też możliwość wypowiedzi i uzyskania odpowiedzi na zadane pytania w różnej formie [Pamuła, 2013a]. Istotne znaczenie ma stopień kontaktów odbiorcy z innymi odbiorcami biorącymi udział w podobnych programach. Jeśli odbiorca współpracuje nie tylko z dostawcą, ale i z szerokim gronem innych odbiorców, to grupa taka może wykazywać inicjatywę większej kontroli działań.

W badaniach Accenture [Accenture, 2012a] ponad 38% respondentów wyraziło chęć szukania informacji na tematy związane z energią wśród innych użytkowników na portalach i forach (w tym 50% osób w wieku 18–24 lat i 45% osób w wieku 26–34 lata). Stronę dostawcy na Facebooku lub Twiterze chętnie będzie śledzić i aktywnie uczestniczyć 30% osób (w tym 44% osób w wieku 18–24 lat i około 40% osób w wieku 26–34 lata).

Tworzone w ten sposób grupy mogą wykorzystywać wspólną siłę konsumentów, aby uzyskać większy wpływ na łańcuch wartości lub sieci [Bremdal, 2012] i zmusić dostawcę do zmiany swoich usług, np. na tańsze, lub żądać

świadczenia usług, których firma chce zaprzestać. Grupy takie mogą tworzyć bardzo silny nacisk na działania rynku, istotne jest więc stworzenie stron komunikacji oraz kontrolowanie takiej komunikacji.

Firmy sektora edukacyjnego, komunikacyjnego i usług już dawno zauważyły potencjał mediów społecznościowych i możliwości, jakie oferują. Z wyników badań opublikowanych w Harvard Business Review w 2010 r. [HBR, 2010] wynika, że najmniej wykorzystuje te możliwości sektor energetyczny (zaledwie 32% firm). Dla firm sektora energetycznego będzie więc prawdziwym wyzwaniem zrozumienie, że nie wystarczy tylko założyć konto na portalu, ale aktywnie uczestniczyć i stymulować jego działanie.

Większość dostawców energii w USA wykorzystuje Facebook i Twitter głównie dla celów edukacyjnych oraz informowania o przerwach w dostawie energii, zwłaszcza w sytuacjach możliwych awarii podczas burz i huraganów (58% Twitter i 41% Facebook dla edukacji, 19% Twitter i 16% Facebook dla informowania o przerwach [Simmins, Haddad, 2013]). Media społecznościowe mogą być również do pozyskiwania od odbiorców informacji o uszkodzeniach i wykorzystywane do integracji danych po wystąpieniu awarii oraz zniszczeń spowodowanych katastrofami.

Istotną rolę w promowaniu programów reakcji strony popytowej mogą pełnić nowe narzędzia marketingu trexy takie jak, marketing rekomendacji i marketing szeptany (buzz marketing) [Huges, 2008]. Marketing szeptany opiera się tylko na reakcji i opinii konsumentów, marketing rekomendacji wykorzystuje dodatkowo działania marketingowe [Lee i in., 2013]. Liczba odpowiedzi odzwierciedla stopień zainteresowania konsumenta. Opinie on-line stały się głównym źródłem informacji dla konsumentów przy wyborze usług i produktów. Liczba opinii zależy zwykle od zawartości i procesu dyfuzji informacji [Godes, Mayzlin, 2004]. Z punktu widzenia sieciowego interakcja między członkami społeczności internetowej obejmuje sieć społeczną składającą się z powiązań między członkami społeczności, a treść, którą się dzielą, tworzy sieć semantyczną złożoną z tematów zgrupowanych poprzez połączone słowa kluczowe [Lee i in., 2013]. W ramach sieci społecznej decyzje podejmowane przez konsumentów są zależne od rodzaju więzi członków grupy. Zwykle silną pozycję ma lider grupy posiadający wiedzę o temacie dyskusji. Członkowie społeczności o mocnych więzach pomiędzy członkami grup (np. rodzinnych lub przyjacielskich) chętniej wspierają działania związane z istotnymi dla nich normami i wartościami. Dyfuzja informacji marketingu szeptanego on-line w społecznościach internetowych jest uzależniona od relacji społecznych, takich jak grupy odniesienia, siły relacji pomiędzy członkami społeczności i struktury społecznej sieci [Bampo i in., 2008; Lee i in., 2013].

Zmiany wprowadzane na rynku energii są nowe również dla odbiorcy, nieprzyzwyczajonego do dokonywania wyborów w zakupie usług energetycznych.

Odbiorca będzie poszukiwał informacji i rekomendacji przed dokonaniem wyboru. W sytuacji, gdy konsumentom brakuje dostatecznych informacji, a kupowany produkt lub usługa jest złożony i trudny do oceny, konsumenci poszukują innych referencji. Konsumenci mniej ufają reklamom i dostawcom. Według badań Nielsen Global Online Consumer Survey z 2012 r., ponad 92% konsumentów wierzy w rekomendacje rodziny lub przyjaciół, 70% ufa rekomendacjom innych konsumentów produktów/usług umieszczanym na forach internetowych [Nielsen, 2012].

Dostawcy energii, którzy chcą zaangażować odbiorców w nowe działania i nowe programy związane z zarządzaniem energią, muszą być przygotowani na udostępnienie odbiorcom nowych źródeł informacji i nowych możliwości komunikacji, nie oczekując natychmiastowych zysków, a traktując ten rodzaj przekazu jako dodatkowe źródło informacji i wsparcia dla odbiorcy. Przy czym należy zwrócić uwagę, że różne społeczności, takie jak: Twitter, Facebook, LinkedIn, Google+ i inne mają własne technologie niekompatybilne ze sobą i należy odpowiednio zaplanować proces zamieszczania w nich nowych treści.

Do prowadzenia aktywnej polityki informacyjnej na forach internetowych dostawcy energii muszą przygotować odpowiednich rzeczników jawnie reprezentujących daną organizację. Istotne dla dostawcy będzie posiadanie przeszkolonego personelu, który będzie pełnił wiodącą rolę w dyskusjach toczących się w mediach, będzie szybko reagował na pytania odbiorców i dbał, by odpowiedzi te były spójne, oraz stymulował odpowiednie wątki. Przygotowanie zespołu i systemu jego pracy pozwoli jednocześnie na odpowiednie reagowanie na negatywne komentarze, monitorowanie procesów obsługi odbiorców i podejścia pracowników do konsumentów, co umożliwi diagnozę potrzeb organizacji i przygotowanie planu poprawy tych relacji. Prowadzenie internetowej komunikacji z odbiorcą pozwoli personelowi na poznanie głównych problemów nurtujących odbiorców, przygotowanie w tym zakresie materiałów edukacyjnych i informacyjnych, kierowanie dyskusji na określone tematy istotne dla dostawcy.

3.7. Edukacja i proces rekrutacji do projektów jako podstawowe czynniki zaangażowania odbiorców w programy reakcji strony popytowej

Aktualny poziom świadomości odbiorców na temat możliwości sterowania zużyciem energii jest niewysoki. Istotny staje się proces edukacji odbiorców w zakresie pojawiających się nowych rozwiązań i programów DSM.

System edukacji odbiorców energii przebiega na wielu poziomach. Unia Europejska kładzie duży nacisk na edukację odbiorców energii jako podstawy

zmian ich zachowań na rynku energii [EU, 2011], zakładając, że odbiorca energii jest racjonalną jednostką, której działania implikowane są posiadaną wiedzą i dostępem do informacji. Do edukacji odbiorców zobowiązują państwa członkowskie UE odpowiednie dyrektywy. Programy informacyjne, zwłaszcza w zakresie programów efektywności energetycznej, prowadzą stowarzyszenia i organizacje społeczne, na poziomie lokalnym uruchamiane są kampanie organizowane przez odpowiednie władze.

Szczególne znaczenie mają programy edukacyjne prowadzone przez dostawcę energii przed i w trakcie wprowadzania nowych rozwiązań, takich jak instalacja inteligentnych liczników lub nowe oferty programów reakcji strony popytowej. Proaktywne programy edukacyjne, budujące zaangażowanie odbiorców, pozwalają na unikanie silnych, negatywnych reakcji na kampanie rekrutacyjne do programów pilotażowych, a następnie regularnych działań. Głównym elementem, który wskazują odbiorcy, jest strach przed wzrostem kosztów. Odpowiednie procesy informowania i strategia wdrażania rozwiązań mogą pomóc zbudować zaufanie pomiędzy dostawcą rozwiązania a odbiorcą energii. Niezwykle ważne jest przekazywanie odbiorcom informacji o planowanych działaniach i ich efektach dotyczących najbliższych okresów. Koncentracja na docelowych efektach funkcjonowania rynku ISE może być dla wielu odbiorców zbyt daleka, a realne możliwości rynku mogą znacznie przekraczać wyobrażenia. Szerokie doświadczenia w tego typu kampaniach mają przedsiębiorstwa energetyczne z USA [Pamuła i in., 2012]. Dobre praktyki w zakresie edukacji odbiorców, na podstawie analizy przeprowadzonych projektów w zakresie wprowadzania programów reakcji strony popytowej i instalacji infrastruktury inteligentnego opomiarowania, wprowadziło amerykańskie stowarzyszenie SGCC, rekomendując jako najefektywniejszą trzyetapową procedurę w postaci [SGCC, 2011; Pamuła, 2012c]:

- kampanii informacyjnej na 60–90 dni przed wprowadzeniem programu,
- kontaktów z klientami na 7–21 dni przed instalacją,
- szczegółowej informacji klienta w dniu instalacji (w postaci rozmowy bezpośredniej, a w przypadku braku możliwości pozostawienie szczegółowych materiałów pisemnych).

Wprowadzanie programów reakcji strony popytowej i systemów wspomagających ich obsługę, to rozwiązania innowacyjne. Jako takie powinno nieść wartość dla odbiorcy, który musi zobaczyć w nim własne korzyści [Doyle, Bridgewater, 1998]. Identyfikacja czynników decydujących o atrakcyjności komercyjnej innowacji jest zależna od celów i warunków badania oraz zmiennych decydujących o doborze uczestników grup [Franke i in., 2006]. Badanie akceptacji rozwiązań wprowadzanych programów reakcji strony popytowej w projektach pilotażowych pozwala na zbadanie stopnia przygotowania akceptacji odbiorców i daje możliwość optymalizacji przed masowym wprowadzeniem na

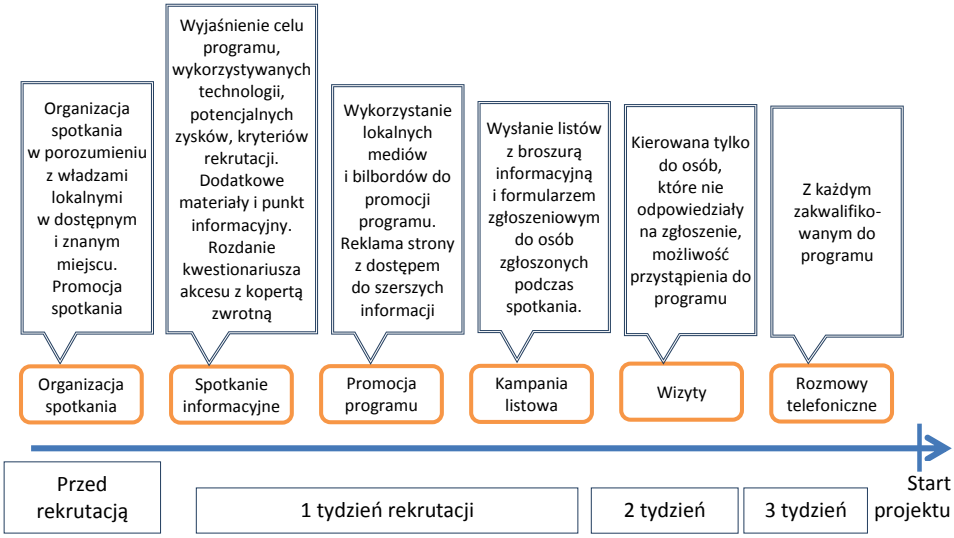
rynek. W doborze członków grup pilotażowych rozwiązań Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej pomocne może być wykorzystanie koncepcji klientów wiodących (*user centered innovation*) [Rosted, 2005]. Określa ona klientów wiodących jako członków społeczności konsumentów, którzy [von Hippel, 1986, Urban, von Hippel, 1988]:

– planują osiągnąć stosunkowo wysokie korzyści z możliwości dopasowania dóbr do swoich wymagań i dlatego chętnie wejdą w proces innowacji dotyczący danego obiektu,
– są zaznajomieni z najnowszymi, istotnymi trendami i rozwiązaniami będącymi w fazie rozwojowej i doświadczają potrzeb, które po pewnym okresie będą potrzebami dużej grupy klientów.

Ponieważ istnieje zróżnicowanie w adaptacji innowacji przez różnych klientów, osoby takie są niezwykle istotne dla wprowadzania nowych technologii, przy czym nie zawsze muszą być specjalistami w danej dziedzinie. Metoda klientów wiodących przynosi określone korzyści w postaci dostępu do szerszej opinii i dopasowanie produktów/usług do potrzeb konsumenta. Może też znacznie przyśpieszyć proces przygotowania produktu/usługi do komercyjnej sprzedaży [Burgelman i in., 2009]. Wadą metody jest trudna przewidywalność ścieżki rozwoju produktu oraz konieczność przygotowania dużego, dobrze wykwalifikowanego zespołu pracowników do prowadzenia i koordynacji działań klientów wiodących, co jednocześnie pociąga za sobą dodatkowe koszty wprowadzenia produktu. Ponadto grupa klientów wiodących to obce sobie jednostki, posiadające różne preferencje, których współpracą trudno zarządzać, aby przekonać do osiągania wspólnego grupowego celu.

Proces rekrutacji do pilotażowych programów instalacji inteligentnych liczników i programów reakcji strony popytowej zaproponowano również w projekcie ADDRESS [Eyrolles i in., 2011]. Proces ten dla pilotażowych rozwiązań wprowadzenia programu DR zawierał jeden etap w postaci kampanii promocyjnej prowadzonej na obszarze wprowadzanego projektu i pięć etapów w trakcie samego procesu rekrutacji (rys. 3.4). Proces rekrutacji podzielono na pięć etapów, które łącznie trwały 3 tygodnie. Pierwszy tydzień to trzyetapowa intensywna kampania promocyjna, której celem było zachęcenie i rejestrowanie kandydatów do udziału w programie, drugi tydzień był etapem przeznaczonym na wizyty u mieszkańców, którzy odpowiedzieli na zgłoszenie wraz ze skierowaniem ponownej propozycji udziału. W ostatnim tygodniu przed rozpoczęciem projektu przeprowadzano rozmowę telefoniczną z każdym zakwalifikowanym do udziału w programie odbiorcą.

Ważnym elementem całego procesu rekrutacji jest utrzymywanie kontaktu z odbiorcami i przygotowanie dla nich systemów wsparcia w postaci bezpłatnej dedykowanej linii telefonicznej.



Rys. 3.4. Proces rekrutacji odbiorców do programu pilotażowego prowadzonego w projekcie ADDRESS
Źródło: opracowanie własne na podstawie [Eyrolles i in., 2011]

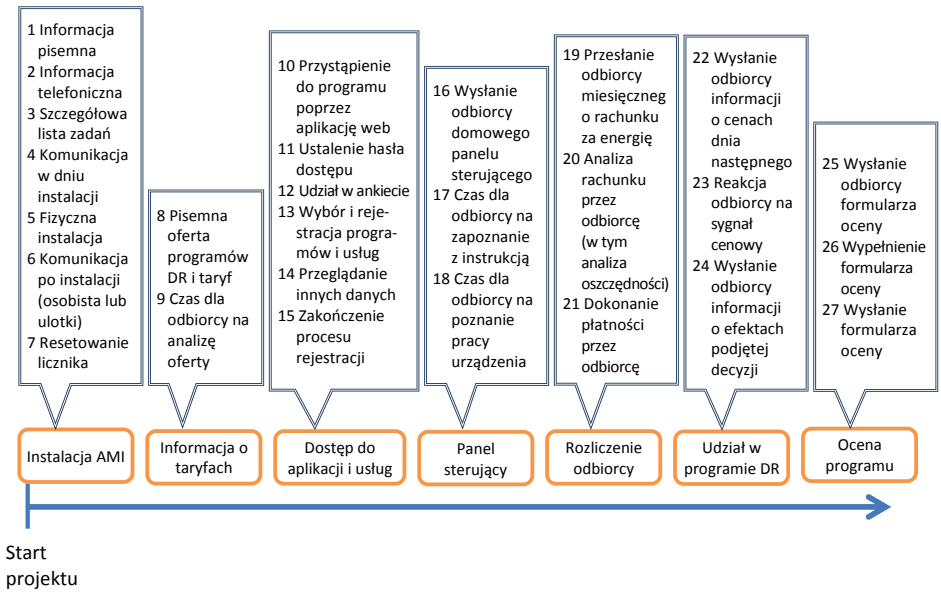
Zainteresowanie odbiorcy udziałem w programach reakcji strony popytowej może zostać wzbudzone zarówno poprzez dotychczasowego dostawcę, jak i nowych oferentów. Zainteresowanie ofertą edukacyjną na temat zarządzania popytem na energię może u odbiorcy wystąpić w różnych momentach [Accenture, 2011b; Accenture 2012a]:

– gdy ceny energii rosną (61% respondentów badania Accenture wskazało czas jako zachęcający do pozyskania wiedzy o potencjalnych możliwościach),
– podczas podpisywania umowy na dostawę usług energetycznych (55%),
– podczas zakupu nowych urządzeń domowych (53%),
– po otrzymaniu rachunku za energię (46%),
– przy przeprowadzce do nowego domu/mieszkania (42%),
– podczas remontu mieszkania/domu (28%),
– przy podpisywaniu umowy na inne usługi, np. telekomunikacyjne i dostępu do Internetu (12%),
– podczas spotkań lokalnych grup społeczności, do których należy odbiorca (3%).

W zakresie jednostek dostarczających informacji na temat działań, jakie można podjąć, aby zoptymalizować zużycie energii, odbiorcy najbardziej ufają stowarzyszeniom konsumentów (59%), stowarzyszeniom na rzecz ochrony środowiska (54%) i jednostkom naukowym (53%), zaś najmniejsze zaufanie wzbu-

dzają producenci i sprzedawcy sprzętu oraz dostawcy usług telewizji kablowej i telekomunikacyjnych. Brak zaufania wyraziło 28% badanych [Accenture, 2011b].

Proces angażowania odbiorcy do aktywnego udziału w programach reakcji strony popytowej i system komunikacji z dostawcą za pomocą aplikacji internetowych został zaproponowany przez EPRI. W projekcie wykorzystano doświadczenia z przebiegu projektów u około 8 500 odbiorców (rys. 3.5). Proces ten rozpoczynały działania związane z instalacją zaawansowanej infrastruktury pomiarowej (Advanced Metering Infrastructure – AMI). Odbiorcom, u których zainstalowano urządzenia wysyłano ofertę programów DR. Odbiorcy, którzy podjęli decyzję o przystąpieniu, składali deklarację za pośrednictwem aplikacji dostępnej przez stronę www. Po procesie rejestracji odbiorcom wysyłano panel sterujący wraz ze szczegółową instrukcją. Współpraca odbiorcy z programem, rozpoczynała się po kilku dniach, tak by konsument mógł zapoznać się z pracą urządzenia. Rozliczenie odbiorcy odbywało się w trybie miesięcznym. Przygotowana aplikacja pozwalała na prześledzenie danych i ich analizę, z jednoczesnym przekierowaniem do wykonania płatności. Po zakończeniu projektu odbiorcy wypełniali formularz oceniający udział w programie i jego efekty.



Rys. 3.5. Proces angażowania odbiorcy w program DR w projekcie ADDRESS
Źródło: opracowanie własne na podstawie [Wakefield, 2010]

Wzbudzenie zainteresowania odbiorcy zarządzaniem popytem na energię to przede wszystkim wyposażenie go w odpowiednią wiedzę, wskazanie możliwości działania i informowanie go o efektach zwrotnych. Źródła informacji i wie-

dzy odbiorcy mogą być wielorakie. Od ogólnych kampanii prowadzonych w mediach ogólnokrajowych, do dedykowanych informacji kierowanych przez dostawcę na podstawie wyznaczonego profilu lub segmentu. Źródłem informacji mogą być producenci sprzętu gospodarstwa domowego i generatorów energii ze źródeł odnawialnych czy też usługodawcy, np. audytorzy budynków. Informacji odbiorcy mogą poszukiwać sami na stronach dostawców energii, stronach stowarzyszeń i organizacji promujących rozwiązania proekologiczne. Już sama instalacja generatorów energii ze źródeł odnawialnych zachęca odbiorców do zdobywania wiedzy, jak z nich efektywnie korzystać [Keirstead, 2007; Windekilde, 2013], dodatkowe zainteresowanie budzi oferowany przez Państwo system wsparcia inwestycji.

Szczególnie starannie, z wykorzystaniem metod personalizacji przekazu należy przygotować proces wprowadzenia nowych programów pilotażowych. Opinia odbiorców grup pilotażowych może mieć znaczny wpływ na programy wprowadzone jako stała oferta dla odbiorcy. Inteligentne Sieci Elektroenergetyczne są na początkowym etapie rozwoju i na tym etapie potrzeba edukacji jest największa. Rozwój rynku energii i nowe możliwości działania będą wymagały od odbiorcy stałego zdobywania wiedzy w celu osiągnięcia maksymalnych efektów z prowadzonych działań. Osiągnięcie pełnego poziomu rozwoju i duży stopień automatyzacji pracy aplikacji oraz doświadczenia odbiorcy spowodują, że proces edukacji nie będzie już tak istotny.

Podsumowując studia literaturowe i rozważania zawarte w dotychczasowych rozdziałach pracy, można stwierdzić, że chociaż idea Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej powstała dawno, jej rozwój nie jest tak dynamiczny, jak oczekiwano, a poziom wdrożenia rozwiązań w zakresie zarządzania popytem na energię jest zróżnicowany z wyraźnym zarysowaniem liderów w postaci takich krajów, jak: USA, Wielka Brytania, Niemcy, kraje skandynawskie. Wynika to w głównej mierze z rozmiaru i złożoności samej sieci, która jest kontaminacją systemów technicznych, społecznych, ekonomicznych, formowanych przez wiele różnych elementów i kształtowanych przez ich wzajemne oddziaływanie. Niektóre z celów postawionych przed Inteligentną Siecią Elektroenergetyczną mogą i są osiągane jako cele cząstkowe, optymalizując pewne obszary (np. instalacja inteligentnych liczników, udostępnianie odbiorcom bieżącej informacji o efektach podejmowanych działań związanych z redukcją zużycia energii czy tworzenie aplikacji w oparciu o opracowane standardy). Opracowywane są modele do zarządzania popytem na energię w postaci systemów taryf, ale nadal brak modeli zwrotu kosztów inwestycji (nie tylko kosztów instalacji infrastruktury, ale też kosztów przygotowania systemów informatyczno-komunikacyjnych czy kosztów systemu edukacji).

Jedną z głównych idei Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej jest znacząca redukcja popytu na energię, co wymaga zmiany zachowań zarówno dostawców, jak i odbiorców energii. Istnieje więc potrzeba stworzenia modelu angażowania odbiorców w rozwiązania Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej i w kolejnym rozdziale próba taka zostanie podjęta.

4. Aktywność odbiorców energii – stan obecny i podejście modelowe do angażowania w programy zarządzania popytem

4.1. Cel badania

W poprzednich rozdziałach pracy określono główne czynniki związane ze zmianą zachowań odbiorcy energii elektrycznej z grupy gospodarstw domowych, do których można zaliczyć zwyczaje związane z wykorzystywaniem energii elektrycznej, w tym: wiedzę, postawy, zaangażowanie, poczucie skuteczności własnego działania i wyznawany system wartości oraz komunikację, a zwłaszcza dostęp do informacji zwrotnej o efektach podejmowanych działań.

Wiedza jest określana jako podstawowy element zmiany zachowań. Zwykle odbiorcy po prostu nie orientują się, co i w jaki sposób mogą zrobić, aby efektywniej wykorzystywać energię. Wiedza potrzebna do zarządzania popytem na energię, pozwalająca odbiorcy na pełnienie nowych ról na rynku energii, może być określona w dwóch kategoriach:

- wiedza proceduralna – definiująca, jak zmienić zachowania, jakimi parametrami mierzyć efekty tych zmian,
- wiedza konceptualna – definiującą, co (jakie czynniki) wpływa na zmianę zwyczajów odbiorcy energii.

Niska świadomość społeczna na temat możliwości kontrolowania zużycia energii jest wynikiem braku wiedzy u odbiorców energii. Przyrost wiedzy nie zawsze skutkuje zmianą postępowania, o czym świadczą wyniki badań w zakresie ewolucji zachowań z tytułu zmian klimatu [Kamieniecki i in., 2008]. Jak wykazano w rozdziałach teoretycznych pracy istnieją czynniki motywacyjne, które mogą przyśpieszyć proces angażowania odbiorców w budowę Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej (ISE). Głównym czynnikiem skłaniającym do oszczędzania energii dla wielu odbiorców jest ograniczenie kosztów, ale motywację do podjęcia działań oraz poziom zaangażowania i zainteresowania ofertami mogą kształtować także inne czynniki (jak wykazano w rozdziale 2, istotnym czynnikiem zmian, oprócz czynników finansowych, są czynniki społeczne i behawioralne). Czynniki te mogą się różnić w kontekście lokalnych społeczności i pozwalają na wyodrębnienie grup odbiorów, dla których można zdefiniować odrębne procesy angażowania w zmiany na rynku energii.

Wyniki badań światowych wskazują na duże zróżnicowanie stanu wiedzy i zaangażowania odbiorców w tematykę zarządzania zużyciem energii (por. rozdz. 2). Dodatkowo, analizy profili odbiorców energii w gospodarstwach podobnego typu i o podobnym wyposażeniu wskazują na znaczne różnice w sposobach korzystania z energii elektrycznej [Zhang i in., 2012].

Głównym celem przeprowadzonego badania było określenie stanu przygotowania gospodarstw domowych do wprowadzenia nowych rozwiązań związanych z ich aktywnym udziałem w rynku energii. Wyniki badań zostaną wykorzystane do określenia czynników pozwalających na wyodrębnienie grup odbiorców energii ze względu na preferencje programów reakcji strony popytowej (DSR).

Zgodnie z zaproponowanym modelem zmiany roli odbiorcy na rynku energii w rozdziale 3 (rys. 3.3), na podstawie wyników badań zostanie określona rola, jaką aktualnie pełnią gospodarstwa domowe, oraz wyznaczone czynniki przejścia do kolejnych ról: aktywnego odbiorcy, prosumenta i aktywnego prosumenta (punkty A, B, C na rysunku 4.1).

Analiza wyników przeprowadzonych badań jest podstawą do stworzenia modelu procesu wyboru grupy pilotażowej do udziału w programach DSR oraz podjęcia próby utworzenia modelu angażowania odbiorców, prowadzącego do osiągnięcia roli aktywnego prosumenta z uwzględnieniem preferencji społeczności lokalnych.

Sfomułowano następujące cele szczegółowe badania:

c1) Określenie stanu wiedzy na temat znajomości zagadnień i nastawienia do nowych rozwiązań, a także rozwoju rynku ISE gospodarstw domowych oraz porównanie wyników z badaniami światowymi.

c2) Określenie potrzeb komunikacji odbiorca–dostawca:

a) analiza aktualnego stanu komunikacji pomiędzy gospodarstwem domowym a dostawcą energii,

b) określenie potrzeb komunikacyjnych gospodarstw domowych.

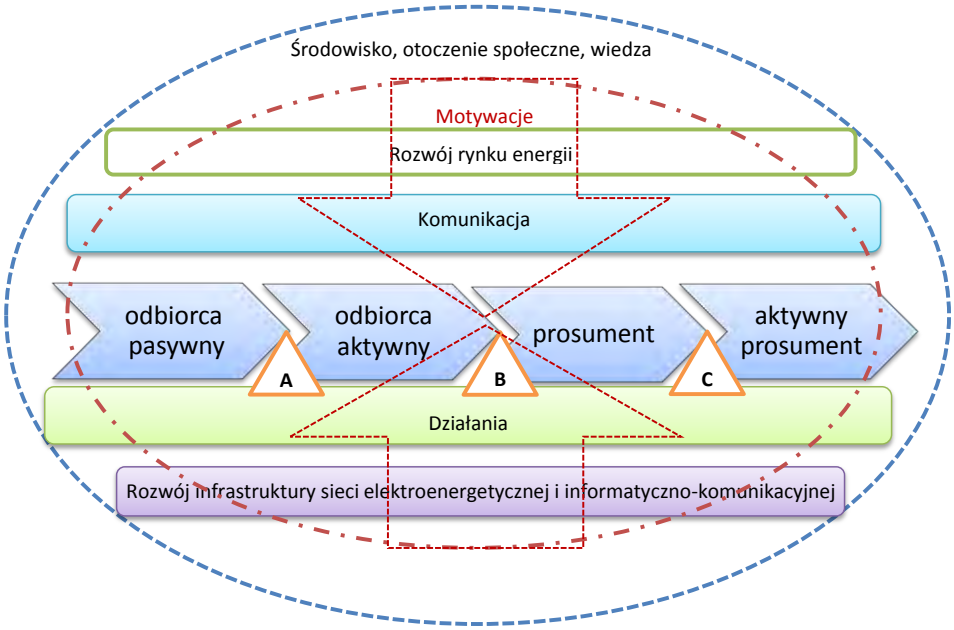
c3) Określenie potrzeb odbiorców w zakresie funkcjonalności systemów informatycznych i komunikacyjnych dedykowanych do programów reakcji strony popytowej (rozwiązania informatyczno-komunikacyjne są elementem infrastruktury Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej).

c4) Określenie preferencji odbiorców w zakresie podejmowanych działań i przystępowania do programów DSR.

c5) Określenie potrzeb edukacyjnych gospodarstw domowych.

Celem badania, jak przestawiono we wstępie, jest znalezienie czynników aktywujących zmianę roli odbiorcy na rynku energii oraz zbadanie, jakie są oczekiwania odbiorców w stosunku do proponowanych nowych rozwiązań zarządzania popytem na energię. Bariery przejścia do kolejnych ról zwykle wiążą

się z regulacjami prawnymi danego rynku, infrastrukturą techniczną oraz kosztami technologii i nie były szczegółowo badane.



Rys. 4.1. Punkty zmiany roli odbiorcy energii i elementy je kształtujące
Źródło: opracowanie własne

4.2. Charakterystyka populacji

Badania zostały przeprowadzone dla obszaru centralnej Polski – regionu łódzkiego.

Dostępne dane statystyczne dla tego regionu, dotyczące wykorzystania energii oraz możliwości klimatycznych instalowania generatorów energii ze źródeł odnawialnych w gospodarstwach domowych są następujące:

– według spisu powszechnego „Stan w dniu 31 marca 2011 r. – wyniki spisu ludności i mieszkań 2011 r.” województwo łódzkie zamieszkiwało 2 538,7 tys. osób, z czego 1 621 763 w miastach [GUS, 2012c];

– według danych za rok 2011 w Łodzi zamieszkiwało 725,1 tys. osób, z czego 329,3 tys. było głównymi odbiorcami energii. Roczne zużycie energii na 1 mieszkańca wynosiło 858,2 kWh i 1897,2 kWh na odbiorcę [USŁ, 2012];

– średnio w Polsce energia elektryczna była wykorzystywana w dowolnym celu grzewczym w 71,18% gospodarstw, do ogrzewania pomieszczeń w 6,93%, do podgrzewania wody w 24,59% i do gotowania posiłków w 61,05% [GUS, 2012]; województwo łódzkie jest jednym z czterech regionów, o największym zużyciu energii [Wiśniewski, 2011];

– średnie roczne nasłonecznienie w Polsce wynosi około 1000 kWh/m^2, przy czym około 80% rocznego nasłonecznienia przypada na okres od kwietnia do września; należy jednak zauważyć, że w każdym rejonie występują okresowe zmiany nasłonecznienia wywołane zjawiskami klimatycznymi, zachmurzeniem czy też zanieczyszczeniem powietrza; zimą nasłonecznienie jest siedem razy niższe niż latem; w czerwcu i lipcu nasłonecznienie to wynosi ponad 150 kWh/m^2 miesięcznie, zimą – około 25 kWh/m^2. W Polsce średnia roczna suma nasłonecznienia[1] wynosi 1600 godzin – w województwie łódzkim 1200 kWh/m^2;

– uprzywilejowane warunki wiatrowe, określane jako bardzo korzystne, ma północna część województwa łódzkiego; pozostała część leży w warunkach korzystnych; średnia prędkość wiatru[2] jest określona na 4–5m/s;

– głównym dostawcą energii dla gospodarstw domowych na wymienionym obszarze jest Polska Grupa Energetyczna S.A. (PGE).

4.3. Opis metody badawczej

Zakres przedmiotowy badania obejmował preferencje i zachowania odbiorców w zakresie aktualnego podejścia do zagadnień efektywności energetycznej, kontroli zużycia energii elektrycznej oraz preferowanych rozwiązań nowego rynku energii i związanego z nim rozwoju usług, w tym usług z zakresu technologii informatyczno-komunikacyjnych. Badanie pilotażowe przeprowadzono w formie wywiadów prostych, indywidualnych, a w badaniu właściwym wykorzystano ankietę bezpośrednią. Narzędzie badawcze stanowił opracowany i zaprojektowany kwestionariusz zawierający 45 pytań (Załącznik 1) oraz dodatkowy kwestionariusz dla wybranej społeczności osiedla złożony z 6 pytań (Załącznik 2). Do tworzenia kwestionariusza wykorzystano doświadczenia z wyników badań wykonanych przez różne organizacje światowe prowadzące je w zakresie rozwoju Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych oraz badania literaturowe.

Wstępne badanie pilotażowe przeprowadzono na grupie studentów UŁ we wrześniu 2012 r. Badania właściwe przeprowadzono w marcu i kwietniu 2013 r. Pytania zawarte w kwestionariuszu ankiety dotyczyły zagadnień nowych dla

---

[1] http://www.enis-pv.com/naslonecznienie-w-polsce.html [dostęp 28.05.2013].

[2] zasoby1.open.agh.edu.pl/dydaktyka/inzynieria_srodowiska/c_odnaw_zrodla_en/files/zasoby_polska.htm [dostęp 28.05.2013].

odbiorców, przez grupę pilotażową postrzeganych jako w większości nieznane. W wyniku badań pilotażowych podjęto decyzję o wykonaniu badań za pomocą ankiety bezpośredniej, tj. w formie kwestionariusza papierowego, wypełnianego w obecności ankietera. Ankieterami byli studenci studiów II stopnia kierunku Zarządzanie Uniwersytetu Łódzkiego. Jako główne kryterium doboru grupy ankieterów zastosowano komunikatywność i łatwy sposób nawiązywania kontaktu. Ankieterzy zostali przeszkoleni w celu zachęcania respondentów do odpowiedzi, zapewnienia rzetelności odpowiedzi oraz udzielania wyjaśnień na dodatkowe pytania i niejasności pojawiające się podczas badania. Powyższe założenia organizacyjne miały na celu zapewnienie wysokiej jakości i rzetelności wypełnienia kwestionariusza ankiety.

Dane z zebranych kwestionariuszy ankietowych zostały wprowadzone do modelu przygotowanego w arkuszu kalkulacyjnym. Ankiety sprawdzono pod względem formalnym, rachunkowym i logicznym. W modelu zastosowano mechanizm kontroli poprawności danych w celu uniknięcia błędów wprowadzania w postaci:

– każdy wprowadzony kwestionariusz ankiety otrzymał dodatkowo numer identyfikacyjny;

– po wprowadzeniu danych z kwestionariuszy zastosowano mechanizm kontroli w postaci sprawdzenia co piątego wprowadzonego arkusza z danymi oryginalnymi.

Pytania od 1 do 11 kwestionariusza stanowiły metryczkę i parametry, według których były analizowane dane wybranych elementów badania. Z punktu widzenia przedmiotu badań określono następujące dane jako metryczkę i parametry:

– dane charakteryzujące respondenta: wiek, płeć, wykształcenie, status na rynku pracy, sytuacja materialna;

– dane charakteryzujące gospodarstwo domowe: typ budynku, typ własności mieszkania, typ ogrzewania budynku, liczba osób w gospodarstwie domowym.

Tabela 4.1. Grupy wiekowe w metryce ankiety

Wiek (lata)	**Opis grupy wiekowej**
18–25	Grupa głównie studentów, osób młodych
26–40	Osoby w wieku produkcyjnym, zwykle posiadające rodzinę, w tym dzieci uczące się lub studiujące
41–65	Osoby w wieku produkcyjnym, zwykle posiadające rodzinę, dzieci starsze lub usamodzielnione
Pow. 65	65 lat przyjęto jako aktualny wiek przejścia mężczyzn na emeryturę

Źródło: opracowanie własne.

W badaniu wykorzystano podział na grupy wiekowe zgodnie z opisem w tabeli 4.1 oraz statusy pracy: student/uczeń, pracujący, bezrobotny, emeryt/rencista, czasowo na urlopie oraz osoby prowadzące dom. Sytuacja materialna została zdefiniowana za pomocą parametrów jakościowych: zła, średnia, dobra, bardzo dobra. Postrzeganie przez odbiorcę własnej sytuacji materialnej ma istotne znaczenie jako motyw przystąpienia do programów DSR.

Jako dane charakteryzujące gospodarstwo domowe przyjęto następujące wartości parametrów:

– do określenia typu budynku przyjęto: domek, blok wielorodzinny lub kamienica,

– do określenia własności budynku: tak, nie, mieszkam u rodziny; z punktu widzenia badania formy własności nie mają znaczenia.

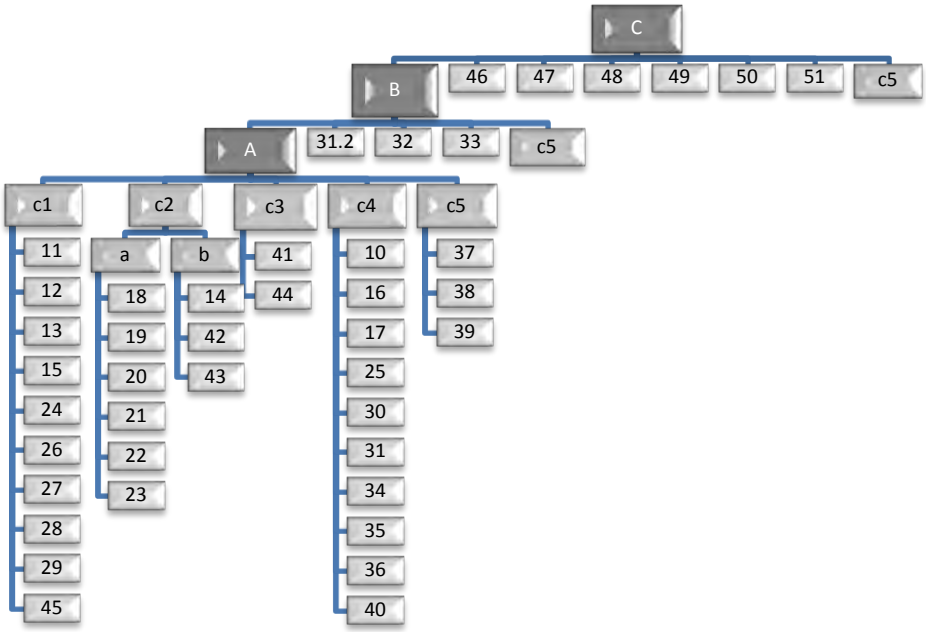
Analizy szczegółowych celów badania (c1 do c5) zostały przeprowadzone na podstawie określonych pytań kwestionariusza. Mapowanie pytań do celów badania zaprezentowano w tabeli 4.2.

Tabela 4.2. Mapowanie pytań kwestionariusza do celów szczegółowych ankiety

Cel	Temat		Pytania kwestionariusza ankiety
c1	Stan wiedzy i postawy w zakresie rozwoju ISE		11, 12, 13, 15, 24, 26, 27, 28, 29, 45
c2	Komunikacja	a) aktualna	18, 19, 20, 21, 22, 23
		b) przyszła	14, 42, 43
c3	Funkcjonalność rozwiązań informatyczno-komunikacyjnych		41, 44
c4	Preferencje programów DSR i EE		10, 16, 17, 25, 30, 31, 34, 35, 36, 40
c5	Potrzeby edukacyjne		37, 38, 39

Źródło: opracowanie własne.

Celem głównym badania było określenie punktów zmiany roli odbiorcy zgodnie z modelem na rysunku 4.1. Do określenia punktu A, przejścia z roli pasywnego do aktywnego odbiorcy, zostały wykorzystane cele: c1, c2, c3, c4. Do określenia punktu B, przejścia z roli aktywnego odbiorcy do prosumenta, zostały wykorzystane rezultaty otrzymane dla punktu A oraz dodatkowo pytania 31 (drugi wariant odpowiedzi), 32 i 33 kwestionariusza. Do określenia punktu C, dla wybranej grupy ankietowanych, przeprowadzono dodatkowe badanie w postaci sześciu pytań (numery 46–51 kwestionariusza ankiety), których celem było sprawdzenie czynników wpływających na zmianę roli z prosumenta w aktywnego prosumenta.



Rys. 4.2. Schemat mapowania punktów kwestionariusza do wyznaczania ról odbiorcy energii
Źródło: opracowanie własne

Graficzny model wykorzystania pytań kwestionariusza i określania ról odbiorcy na rynku energii zaprezentowany jest na rysunku 4.2.

Cel piąty, określający potrzeby edukacyjne, był rozpatrywany jako istotny w całym procesie zmiany ról odbiorcy dla punktów A, B i C.

4.4. Sposób doboru próby do badania

W rejonie centralnej Polski głównym dostawcą energii jest spółka PGE. Spółka ta dopiero niedawno rozpoczęła programy pilotażowe w zakresie instalacji inteligentnych liczników. Szersze plany instalacji spółka uzależnia od wyników instalacji pilotażowych. Według badań Panthermedia (dane z roku 2010) 57% Europejczyków i 52% Polaków mieszka w domach jednorodzinnych[3]. W Polsce jest cztery razy mniej niż w Europie budynków szeregowych i tzw. bliźniaków. W miastach na jeden dom jednorodzinny przypadają prawie cztery mieszkania. Dane wskazują że 56,2% gospodarstw domowych to mieszkania

[3] http://biznes.interia.pl/nieruchomosci/news/gdzie-mieszkaja-polacy,1578862,4206 [dostęp 2.06.2013].

wielorodzinne [GUS, 2012a]. Mieszkania w domach wielorodzinnych w miastach zwykle mają zasilanie gazem i ciepłem sieciowym, mieszkania w domach jednorodzinnych ogrzewanie lokalne. Dane te wpłynęły na wybór metody doboru próby do badania, które było prowadzone ze środków własnych. Doboru próby dokonano metodą nieprobabilistyczną. Do doboru próby wykorzystano metodę doboru celowego opartą na dostępności badanych.

Mieszkańcy regionu łódzkiego zamieszkują w domach jednorodzinnych i wielorodzinnych (kamienicach i blokach). Do programów reakcji strony popytowej mogą przystąpić wszystkie gospodarstwa domowe. Głównym kryterium doboru był podział na respondentów mieszkających w gospodarstwach domowych mieszczących się w domkach jednorodzinnych i gospodarstwach w budynkach wielorodzinnych (blokach i kamienicach). Przygotowano po 300 kwestionariuszy dla gospodarstw w domach i 300 dla gospodarstw w budynkach wielorodzinnych. Na terenie miasta Łodzi przewidziano do badania 300 gospodarstw domowych, pozostałe badania przeprowadzono w mniejszych miastach i miejscowościach regionu. Gospodarstwa domowe były wybierane na zasadzie doboru przypadkowego. W wyniku przyjętej metody doboru próby w analizie nie były tworzone testy niezależności zmiennych.

Aktualnie na terenie województwa nie są prowadzone pilotażowe rozwiązania w zakresie testowania działania lokalnego rynku energii, brak więc jest możliwości badania rzeczywistych, opartych na doświadczeniach, preferencji gospodarstw domowych. Badanie zmiany roli z prosumenta na aktywnego prosumenta zostało zaprojektowane jako badanie sprawdzające bieżące postawy odbiorców w zakresie takich rozwiązań, dlatego też badanie to przeprowadzono na wybranej grupie, która potencjalnie może stanowić społeczność prosumentów. Do badania wybrano na podstawie subiektywnej oceny, bez przeprowadzenia szczegółowych analiz, obszar osiedla Stoki położony w północno-wschodniej części miasta Łodzi. O wyborze tego obszaru zadecydowały następujące czynniki:

– korzystne położenie geograficzne – Stoki stanowią najwyższy obszar położony na Wzniesieniach Łódzkich, wyniesiony kilkadziesiąt metrów nad całym miastem;

– struktura zabudowań i system ogrzewania mieszkań – osiedle stanowi głównie zbiór domków jednorodzinnych i niewysokich, dwupiętrowych domów wielorodzinnych, z wyjątkiem kilku bloków, w pobliżu których znajduje się ciepłownia, która początkowo dostarczała energię do mieszkań tychże bloków, a po modernizacji dołączono do niej również wszystkie dwupiętrowe budynki znajdujące się w okolicy. Na początku XXI w. spółdzielnia mieszkaniowa, do której należą bloki, zadecydowała o odłączeniu się od obecnej sieci grzewczej ze względu na wysokie koszty ciepłowni. W każdym z bloków zamontowano piece gazowe, które obecnie odpowiedzialne są za ogrzewanie, i rozpoczęto proces

ocieplania budynków. Ogrzewanie w domkach jednorodzinnych jest głównie ogrzewaniem gazowym i lokalnym (różnych typów).

Ze względu na wymienione cechy obszar został uznany za korzystny do tworzenia społeczności prosumenckiej i wyznaczony do badań nad przejściem z roli prosumenta do aktywnego prosumenta.

Z przygotowanych 600 wypełnionych poprawnie kwestionariuszy z terenu miasta Łodzi otrzymano 271 (w tym 41 z osiedla Stoki) i 167 z pozostałych miejscowości regionu.

Wykorzystany sposób doboru próby, wybrany ze względu na ograniczenia finansowe, niesie za sobą szereg ograniczeń. Uzyskane wyniki nie są reprezentatywne i nie można ich uogólnić na całą populację łodzian oraz mieszkańców regionu łódzkiego. Jednakże z uwagi na to, że jest to dość liczebna próba, uzyskano cenny materiał empiryczny, obrazujący obecny stan przygotowania gospodarstw domowych regionu łódzkiego do wprowadzenia nowych rozwiązań związanych z ich aktywnym udziałem w rynku energii. Z punktu widzenia prowadzonych prac badawczych istotne było przygotowanie badania pozwalającego na określenie czynników kluczowych dla akceptacji rozwiązań Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych w grupie odbiorców. Zebrane dane i ich analiza stanowią więc wartościowy materiał pozwalający na zaproponowanie modelu budowy angażowania odbiorców w nowe sposoby zarządzania zużyciem energii.

4.5. Charakterystyka badanej zbiorowości

Badaną zbiorowość, ze względu na charakterystykę respondentów, zaprezentowano w tabelach 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7. W badanej zbiorowości kobiety stanowiły 58,9%, a mężczyźni 41,1%. Osoby w wieku od 18 do 40 lat stanowiły łącznie 70,1% badanych, osoby pow. 65 lat 5,3% (tab. 4.3). Ponad 56% badanych stanowiły osoby pracujące (tab. 4.4).

Tabela 4.3. Charakterystyka badanych według grup wiekowych i płci

Grupa wiekowa (lata)	**Kobiety**		**Mężczyźni**		**Razem**	
	liczba osób	**%**	**liczba osób**	**%**	**liczba osób**	**%**
18–25	93	21,23	66	15,07	159	36,30
26–40	93	21,23	55	12,56	148	33,79
41–65	58	13,24	50	11,42	108	24,66
pow. 65	14	3,20	9	2,05	23	5,25
Razem	**258**		**180**		**438**	
%	**58,9**		**41,1**		**100**	

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 4.4. Charakterystyka badanych według grup statusu na rynku pracy

Status na rynku pracy	W badanej zbiorowości	
	liczba osób	%
Bezrobotny	9	2,06
Czasowo na urlopie	9	2,06
Emeryt/rencista	29	6,65
Pracujący	248	56,88
Prowadzę dom	16	3,67
Student/uczeń	124	28,44
Brak danych	3	0,23
Razem	**438**	**100,00**

Źródło: opracowanie własne.

W badanej próbie najszerzej reprezentowaną grupę stanowiły osoby z wykształceniem wyższym 40,41% oraz średnim 32,42% (tab. 4.5).

Tabela 4.5. Charakterystyka badanych według grup wykształcenia

Wykształcenie	W badanej zbiorowości	
	liczba osób	%
Gimnazjalne	27	6,16
Inżynierskie	19	4,34
Licencjackie	61	13,93
Podstawowe	10	2,28
Średnie	142	32,42
Wyższe	177	40,41
Brak danych	2	0,46
Razem	**438**	**100,00**

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 4.6. Charakterystyka badanych według liczby osób w gospodarstwie domowym

Liczba osób w gosp. domowym	W badanej zbiorowości	
	liczba osób	%
1	29	6,62
2	90	20,55
3	130	29,68
4	115	26,26
5	47	10,73
Pow. 5	27	6,16
Razem	**438**	**100,00**

Źródło: opracowanie własne.

W badanej próbie najliczniej reprezentowane były gospodarstwa domowe 3 i 4-osobowe (55,94%); jednoosobowe stanowiły 6,62% (tab. 4.6), co jest znacznie niższą wartością w porównaniu do omawianej w rozdziale 2.7 struktury gospodarstw domowych.

Z analizy badanej próby wynika, że większość respondentów (około 80%) oceniła swoją sytuację materialną jako dobrą i średnią (tab. 4.7).

Tabela 4.7. Charakterystyka badanych według sytuacji materialnej

Sytuacja materialna	**W badanej zbiorowości**	
	liczba osób	**%**
Bardzo dobra	20	4,57
Dobra	168	38,36
Średnia	183	41,78
Zła	24	5,48
Odmawiam odpowiedzi	43	9,82
Razem	**438**	**100,00**

Źródło: opracowanie własne.

Badaną zbiorowość, ze względu na charakterystykę gospodarstwa domowego, zaprezentowano w tabelach 4.8 i 4.9.

Tabela 4.8. Charakterystyka gospodarstwa domowego według typu budynku i ogrzewania

Typ ogrzewania	**Blok wielorodzinny**		**Domek**		**Kamienica**		**Razem**	
	liczba osób	**%**	**liczba osób**	**%**	**liczba osób**	**%**	**liczba osób**	**%**
Lokalne elektryczne	19	4,34	12	2,74	7	1,60	38	8,68
Lokalne gazowe	15	3,42	45	10,27	12	2,74	72	16,44
Lokalne inne	4	0,91	116	26,48	4	0,91	125	28,54
Miejskie	174	39,73	12	2,74	11	2,51	198	45,21
Brak danych	1	0,23	4	0,91			5	1,13
Razem	**213**	**48,63**	**189**	**43,15**	**34**	**7,76**	**438**	**100,00**

Źródło: opracowanie własne.

W badanej grupie gospodarstwa domowe w budynkach wielorodzinnych (blokach i kamienicach) stanowiły około 56,4%, co nieznacznie odbiega od danych statystycznych dla Europy i Polski (por. rozdz. 2.7). Ogrzewanie elektryczne występowało w około 8,7% badanych gospodarstw domowych, co prze-

kracza średnią wartość dla tego typu ogrzewania w Polsce w 2009 r. (dane opublikowane przez GUS w 2012 r., por. rozdz. 2.7). Ogrzewanie miejskie występowało w 45,21% badanych gospodarstw, lokalne inne w 28,54%.

Tabela 4.9. Charakterystyka gospodarstwa domowego według własności

Własność lokalu	W badanej zbiorowości	
	liczba osób	%
Własny	269	61,42
Mieszkanie u rodziny	73	16,67
Inny (nie własny)	95	21,69
Brak danych	1	0,23
Razem	**438**	**100,00**

Źródło: opracowanie własne.

Wśród badanych około 78% respondentów było właścicielami lokali, w których mieszkają, lub też zamieszkiwało u członka rodziny będącego właścicielem lokalu. W porównaniu z krajami Europy Zachodniej i USA to wysoki współczynnik. Własność lokalu może być czynnikiem motywującym przystępowanie do programów reakcji strony popytowej i efektywności energetycznej, jako że stwarza mniejsze bariery prawne i społeczne przy instalacji generatorów energii ze źródeł odnawialnych, co z kolei może być elementem przyśpieszającym ewolucję z roli aktywnego odbiorcy do prosumenta.

4.6. Analiza wyników badań

Analiza wyników badań została przeprowadzona zgodnie z celami szczegółowymi przyjętymi w punkcie 4.1.

4.6.1. Analiza stanu wiedzy i postaw odbiorców w stosunku do programów zarządzania zużyciem energii i rozwiązań Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej

Do określenia stanu wiedzy i postaw uczestników badania w stosunku do programów zarządzania zużyciem energii i rozwiązań Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej (ISE) wykorzystano trzy główne analizy oparte na badaniu danych szeregu pytań kwestionariusza.

Pierwsza analiza polegała na zbadaniu znajomości pojęć: inteligentny licznik i Inteligentna Sieć Elektroenergetyczna (na podstawie pytania 26). W anali-

zie drugiej badaniu podlegały aktualne działania respondentów w zakresie oszczędzania energii (na podstawie pytań: 12, 13, 15, 24). Analiza ta została przeprowadzona w wymiarze udziału wydatków na energię w ogólnych wydatkach (pytanie 11). Celem trzeciej analizy było zbadanie nastawienia respondentów do rozwoju Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych (pytania 28, 29). W kwestionariuszu umieszczono dwa jednakowo brzmiące pytania (pytanie 27 i pytanie 45). Celem zadania pytań w takim układzie było sprawdzenie lub nawet krótkie wyjaśnienie, czy nowe możliwości zarządzania zużyciem energią mogą zmienić nastawienie odbiorcy do proponowanych przyszłych rozwiązań (pytanie 45 było ostatnim pytaniem ankiety).

Badanie znajomości pojęcia inteligentny licznik

Prawie połowa badanych nie zna pojęcia inteligentny licznik (tab. 4.10). Wyniki badań są zbliżone do badań rynku amerykańskiego z 2012 r. [SGCC, 2012-01]. Należy zauważyć, że na rynku amerykańskim prowadzonych jest wiele instalacji rozwiązań ISE, nie tylko pilotażowych, ale i przechodzących w fazę komercyjnych ofert (por. rozdz. 2). W badanej próbie pojęcie to najlepiej znane jest osobom o tytule inżyniera (prawie 90% respondentów z tym wykształceniem zna to pojęcie). W analizie związanej ze statusem na rynku pracy pojęcie jest nieznane głównie emerytom/rencistom (55,7% w badanej grupie). Brak znajomości tematu w regionie łódzkim może wynikać z faktu, iż główny dostawca energii na tym terenie dopiero rozpoczyna instalacje pilotażowe i na razie nie prowadził żadnych kampanii reklamowych oraz edukacyjnych, niemniej jednak temat ten jest w ostatnim półroczu publicznie dyskutowany zarówno w TV, jak i na portalach internetowych.

Tabela 4.10. Znajomość pojęcia „inteligentny licznik" w regionie łódzkim i na świecie

Znajomość pojęcia „inteligentny licznik"	**% osób w badanej zbiorowości**	**% wg badania [SGCC, 2012-01]**
Rozumiem, co to jest, jak działa i jak to wpłynie na mój dom	11,70	9
Znam to pojęcie, ale bardzo ogólnie, wiem, na czym polega funkcjonowanie	18,12	18
Słyszałem/am, ale nie wiem, jak działa i czego dokładnie dotyczy	22,71	23
Nie znam	47,48	48+2 nie wie

Źródło: opracowanie własne.

Opinie prezentowane na portalach nie były przedmiotem niniejszego badania, niemniej można zauważyć, że opinie użytkowników są zdecydowanie negatywne. Jako przykład może posłużyć artykuł *Inteligentne liczniki prądu w każdym domu. Wszyscy za nie zapłacimy*[4] opublikowany w serwisie GazetaPrawna.pl. Pod artykułem zamieszczone są 52 komentarze, z czego tylko 4 można określić jako pozytywne. Pozostałe komentarze dotyczą kosztów, które musi pokryć odbiorca, i poczucia inwigilacji. Podobne komentarze pojawiają się pod innymi artykułami na temat instalacji pilotażowych i inteligentnych liczników.

Badanie znajomości pojęcia inteligentna sieć elektroenergetyczna

W badanej grupie osób poziom znajomości pojęcia jest podobny do wyników osiągniętych w USA. W porównaniu z badaniami przeprowadzonymi przez firmę ATKearney na terenie całej Polski poziom tej wiedzy jest wyższy o prawie 23% (tab. 4.11).

Tabela 4.11. Znajomość pojęcia „inteligentna sieć elektroenergetyczna" w Polsce i na świecie

Znajomość pojęcia „inteligentna sieć elektroenergetyczna"	**% osób w badanej zbiorowości regionu łódzkiego**	**% wg badania USA [SGCC, 2012-01]**	**% wg badania Polska [ATKearney]**
Rozumiem, co to jest, jak działa i jak to wpłynie na mój dom	6,03	7	24
Znam to pojęcie, ale bardzo ogólnie, wiem, na czym polega funkcjonowanie	16,47	16	
Słyszałem/am, ale nie wiem, jak działa i czego dokładnie dotyczy	24,36	24	
Nie znam	53,13	51+2 nie wie	76

Źródło: opracowanie własne.

Badanie aktualnych działań odbiorcy w zakresie oszczędzania energii

Badanie aktualnych działań, które podejmują odbiorcy w zakresie oszczędzania energii może mieć istotny wpływ na akceptację programów DSR. Analiza została przeprowadzona z uwzględnieniem oceny sytuacji materialnej gospodarstwa domowego i udziału wydatków za energię w ogólnych wydatkach.

[4] http://serwisy.gazetaprawna.pl/energetyka/artykuly/700627,inteligentne_liczniki_pradu_w_kazdym_domu_wszyscy_za_nie_zaplacimy.html [dostęp 3.05.2013].

Tabela 4.12. Istotność poboru energii nabywanych urządzeń
w odniesieniu do sytuacji materialnej gospodarstw

Czy kupując urządzenie, zwraca uwagę na pobór energii	Sytuacja materialna w %					
	bardzo dobra	dobra	średnia	zła	odmawiam odpowiedzi	ogółem
Nie	35,00	14,29	11,48	16,67	16,67	14,38
Tak, czasami	30,00	34,52	40,44	25,00	28,57	35,62
Tak, zawsze	35,00	37,50	39,89	33,33	47,62	39,27
Trudno powiedzieć	0,00	13,69	8,20	25,00	7,14	10,73

Źródło: opracowanie własne.

75% respondentów o dobrych i bardzo dobrych dochodach sprawdza przy zakupie urządzeń energetycznych pobór energii (tab.: 4.12 i 4.13). Od lutego 2013 r. dostawcy i dystrybutorzy sprzętu gospodarstwa domowego i radiowo-telewizyjnego w Polsce mają obowiązek informowania o tym, ile energii zużywa urządzenie oraz umieszczania widocznych etykiet klasy energetycznej, co ma ułatwić potencjalnym nabywcom podjęcie decyzji przy zakupie nowych urządzeń. Pobór energii kupowanych urządzeń można uznać za bardzo ważny dla osób, które określiły swoje dochody jako średnie – sprawdza go 80,3%, i mniej istotny (nie sprawdza poboru energii około 35%) dla respondentów, którzy ocenili swoją sytuację materialną jako bardzo dobrą.

Tabela 4.13. Istotność poboru energii nabywanych urządzeń
w odniesieniu do udziału rachunku za energię w ogólnych wydatkach

Czy kupując urządzenie, zwraca uwagę na pobór energii	Udział rachunku za energię w wydatkach w %						
	mniej niż 5	5–10	10–20	20–30	pow. 30	nie wiem	ogółem
Nie	7,8	7,8	13,1	9,4	13,0	28,7	14,4
Tak, czasami	35,3	32,8	40,5	54,7	17,4	30,6	35,6
Tak, zawsze	45,1	50,0	40,5	26,4	60,9	26,9	39,3
Trudno powiedzieć	11,8	9,5	6,0	9,4	8,7	16,7	10,7

Źródło: opracowanie własne.

W badanej grupie respondentów najmniejsze zainteresowanie poborem energii przez kupowane urządzenia wyraziły grupy, w których rachunek za energię stanowił do 10% wydatków (tab. 4.13). Jednocześnie w grupie osób, dla których udział rachunku za energię stanowił od 5 do 10% wydatków, 51,7%

osób potrafiło dokładnie lub w sposób przybliżony określić pobór energii posiadanych urządzeń (tab. 4.15). 61,2% respondentów nie potrafiło określić poboru energii posiadanych urządzeń, przy czym najwięcej takich osób jest w grupie o złej sytuacji materialnej (tab. 4.14), a procent ten był znacznie wyższy dla kobiet niż mężczyzn.

Tabela 4.14. Znajomość poboru energii posiadanych urządzeń dla sytuacji materialnej gospodarstw

Czy jest w stanie określić, ile energii pobierają urządzenia	**Sytuacja materialna w %**					
	bardzo dobra	**dobra**	**średnia**	**zła**	**odmawiam odpowiedzi**	**ogółem**
Nie	70,0	55,1	62,6	79,2	66,7	61,2
Tak	25,0	21,6	13,7	0,0	11,9	16,2
W przybliżonej wartości	5,0	23,4	23,6	20,8	21,4	22,1

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 4.15. Znajomość poboru energii posiadanych urządzeń dla udziału rachunku za energię w ogólnych wydatkach

Czy jest w stanie określić, ile energii pobierają urządzenia	**Udział rachunku za energię w wydatkach w %**						
	mniej niż 5	5–10	10–20	20–30	pow. 30	nie wiem	ogółem
Nie	64,7	48,3	53,6	71,7	63,6	73,8	61,2
Tak	11,8	22,4	22,6	15,1	18,2	7,5	16,4
W przybliżonej wartości	23,5	29,3	23,8	13,2	18,2	18,7	22,4

Źródło: opracowanie własne.

Prawie cała grupa badanych (94,06%) podejmuje działania w zakresie oszczędzania energii. 15,7% respondentów podejmowało jeden rodzaj działań, 20,32% – dwa rodzaje, 36,3% – trzy i 17,4% – cztery rodzaje działania. Więcej niż cztery rodzaje działania podejmowało 11,2% respondentów (tab. 4.16). Najczęściej podejmowanym działaniem było wyłączanie zbędnego oświetlenia i używanie żarówek energooszczędnych, kolejnym, nabywanie energooszczędnych urządzeń – 47,% respondentów zadeklarowało, że kupuje takie urządzenia. Wymienione działania związane są z programami oszczędzania energii.

Kolejne z działań, które respondenci podejmują, może stanowić jeden z czynników kwalifikacji ich do udziału w programach DSR. 40,1% respondentów zadeklarowało, że wyłącza całkowicie urządzenia, 18,04% – że unika jednoczesnego włączania urządzeń o dużym poborze energii, 12,79% – że skraca czas działania sprzętów energochłonnych (tab. 4.17). W badaniach krajowych

ATKearney wykazano tylko 1% odbiorców wykorzystujących dwie taryfy dwustrefowe w Polsce. W badanej grupie udział ten wynosi 9,59% i świadczy o dużym potencjale w zakresie stosowania taryf wielostrefowych TOU w badanej społeczności lokalnej.

Tabela 4.16. Liczba podejmowanych działań związanych z oszczędnością energii

Liczba podejmowanych działań	% respondentów podejmujących dane działanie
1	15,07
2	20,32
3	36,30
4	17,12
5	8,22
6	2,05
7	0,91

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 4.17. Aktualne formy oszczędzania energii wśród respondentów badania

Forma oszczędzania energii	% respondentów podejmujących dane działanie
Wyłączam zbędne oświetlenie	83,11
Używam żarówek energooszczędnych	76,26
Kupuję energooszczędne urządzenia	47,26
Wyłączam urządzenia (z zasilania, nie tylko przełączanie w tryb uśpienia)	40,18
Unikam jednoczesnego używania energochłonnych urządzeń (pralka, odkurzacz, czajnik elektryczny)	18,04
Skracam czas pracy energochłonnych urządzeń, np. pieców grzewczych	12,79
Włączam energochłonne urządzenia w tańszej taryfie (licznik dwutaryfowy)	9,59
Nie zwracam na to uwagi	5,94

Źródło: opracowanie własne.

W badanej grupie część respondentów wykazała aktywne działania w zakresie zarządzania zużyciem energii: 9,13% zmieniło dostawcę energii, a 3,42% oświadczyło, że zamierza takiej operacji dokonać. Można założyć, że wykazana aktywność odbiorców może się przenieść na kolejne działania, a tym samym może oznaczać zmianę ich roli na rynku energii.

Tabela 4.18. Zmiany dostawcy energii

Zmiana dostawcy energii	% respondentów
Nie	67,12
Nie wiedziałem/am, że jest taka możliwość	20,09
Tak, zamierzam	9,13
Tak, zmieniłem/am	3,42

Źródło: opracowanie własne.

Badanie postrzegania przez odbiorców potencjalnych korzyści płynących z rozwiązań związanych z Inteligentnymi Sieciami Elektroenergetycznymi

Badanie to podzielone zostało na dwa zagadnienia. Pierwsze z nich dotyczyło postrzegania ewentualnych korzyści płynących z wdrożenia nowych rozwiązań Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej, drugie – potencjalnych zagrożeń. W pytaniach zastosowano skalę pięciostopniową: „tak", „raczej tak", „nie", „raczej nie" i „brak zdania". W przypadku opinii na temat korzyści ponad połowa respondentów (53,6%) wykazywała „brak zdania" (co jest zgodne z analizą pytania 26 na temat znajomości samego pojęcia Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej). Niewielka liczba respondentów pozostawiła to pytanie bez odpowiedzi. Szczegółowe wyniki zawiera tabela 4.19.

Tabela 4.19. Postrzeganie korzyści ISE (w %)

Korzyść	Tak	Raczej tak	Raczej nie	Nie	Brak zdania	Brak odpowiedzi
1	2	3	4	5	6	7
Pozwala na korzystanie ze zróżnicowanych ofert taryfowych	11,4	26,5	3,2	3,0	54,6	1,4
Zapewnia większe bezpieczeństwo dostaw energii dobrej jakości (np. brak przerw w zasilaniu, krótszy czas naprawy)	8,9	25,3	6,6	3,0	54,3	1,8
Pozwala na dokładne śledzenie zużycia energii, a przez to na oszczędność energii	17,6	34,2	4,1	2,1	40,9	1,1
Wyklucza konieczność inwestycji w elektrownie atomowe	5,3	12,8	12,1	10,0	58,4	1,4
Zmniejsza konieczność inwestycji w duże tradycyjne elektrownie	8,2	18,0	8,0	6,4	57,8	1,6
Zmniejsza emisję gazów cieplarnianych, co przyczyni się do ochrony środowiska	11,0	27,2	7,3	3,4	50,0	1,1
Pozwala na zaspokojenie rosnącego zapotrzebowania na energię	13,5	27,9	5,5	3,2	48,9	1,1
Eliminuje konieczność odczytu liczników przez obsługę	16,9	22,8	7,3	3,0	48,9	1,1

1	2	3	4	5	6	7
Zwiększa efektywność wykorzystania energii	16,2	30,8	4,3	2,7	44,5	1,4
Pozwala na większy wybór dostawcy energii	9,4	20,3	5,7	3,2	60,0	1,4
Daje odbiorcy nie tylko możliwość zakupu, ale i sprzedaży energii	7,3	16,9	6,4	4,1	64,2	1,1
Pozwala w prosty sposób na dołączanie do sieci odnawialnych źródeł energii	7,5	24,0	5,3	4,1	58,0	1,1
Tworzy nowe miejsca pracy np. dla instalatorów paneli słonecznych itp.	9,4	21,7	6,2	4,8	56,4	1,6

Źródło: opracowanie własne.

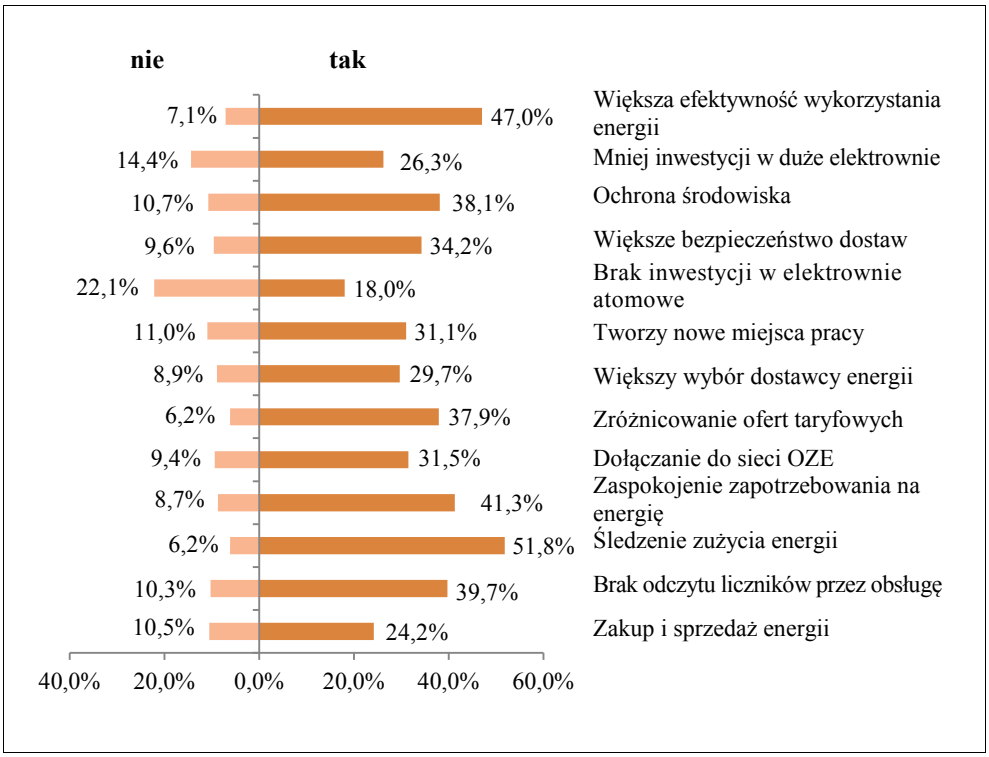
Największa grupa odbiorców – 51,8% – oceniła możliwość dokładnego śledzenia zużycia energii (a przez to oszczędność energii) jako postrzeganą korzyść, co potwierdza znaczenie komunikacji i wysyłania odbiorcy informacji zwrotnej o efektach podejmowanych działań będącego podstawowym elementem procesu wprowadzania zmian w zachowaniach odbiorcy (por. rozdz. 1.4). Spośród pozostałych korzyści respondenci wysoko ocenili: zwiększenie efektywności energetycznej – 47,0% i zaspokojenie rosnącego zapotrzebowania na energię – 41,3% (tab. 4.20).

Tabela 4.20. Ranking postrzegania korzyści ISE (w %)

Korzyść	**Łącznie „tak" i „raczej tak"**
Pozwala na dokładne śledzenie zużycia energii, a przez to na oszczędność energii	51,8
Zwiększa efektywność wykorzystania energii	47,0
Pozwala na zaspokojenie rosnącego zapotrzebowania na energię	41,3
Eliminuje konieczność odczytu liczników przez obsługę	39,7
Zmniejsza emisję gazów cieplarnianych, co przyczyni się do ochrony środowiska	38,1
Pozwala na korzystanie ze zróżnicowanych ofert taryfowych	37,9
Zapewnia większe bezpieczeństwo dostaw energii dobrej jakości (np. brak przerw w zasilaniu, krótszy czas naprawy)	34,2
Pozwala w prosty sposób na dołączanie do sieci odnawialnych źródeł energii	31,5
Tworzy nowe miejsca pracy, np. dla instalatorów paneli słonecznych itp.	31,1
Pozwala na większy wybór dostawcy energii	29,7
Zmniejsza konieczność inwestycji w duże tradycyjne elektrownie	26,3
Daje odbiorcy nie tylko możliwość zakupu, ale i sprzedaży energii	24,2
Wyklucza konieczność inwestycji w elektrownie atomowe	18,0

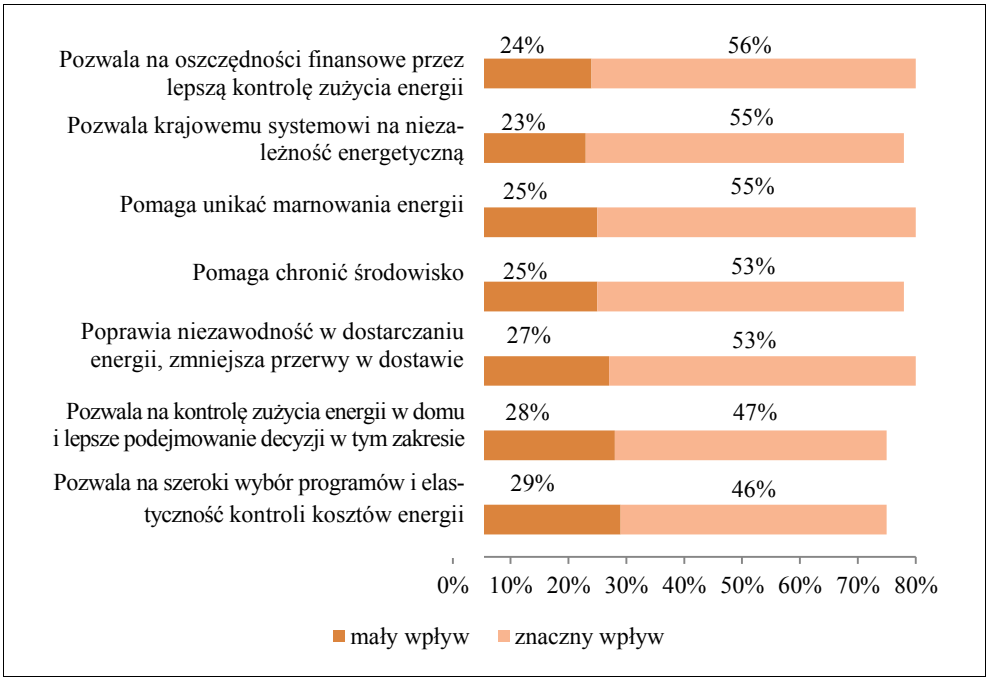
Źródło: opracowanie własne.

Zagadnienia związane z ekologią i ochroną środowiska znalazły się na miejscu piątym. Respondenci nie postrzegali rozwoju sieci inteligentnych jako alternatywy dla budowy elektrowni atomowych (ostatnie miejsce na liście w tabeli 4.20) i tradycyjnych. Łączne poparcie (skumulowane odpowiedzi „tak" i „raczej tak") oraz brak wsparcia (skumulowane odpowiedzi „nie" i „raczej nie") dla wymienionych w ankiecie korzyści zilustrowano na wykresie 4.1.



Wykres 4.1. Poparcie dla korzyści z ISE
Źródło: opracowanie własne

Wyniki badań grupy lokalnych respondentów wskazują inne preferencje niż wyniki badań amerykańskich odbiorców, co może potwierdzać konieczność uwzględniania lokalnego kontekstu w tworzeniu struktury ofert dla odbiorcy. Ocenę korzyści z rozwoju Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych odbiorców w USA, które uzyskały największe poparcie [SGCC, 2011-09], zaprezentowano na wykresie 4.2.



Wykres 4.2. Poparcie dla korzyści z ISE w USA
Źródło: opracowanie własne na podstawie [SGCC, 2011-09]

Do określenia postrzegania przez respondentów zagrożeń wynikających ze stosowania rozwiązań Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych zastosowano taką samą pięciostopniową skalę, jak przy ocenie korzyści. Podobnie jak w przypadku oceny zalet Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych, ponad 53% respondentów nie wyraziło opinii na ten temat i niewielka część z nich pozostawiła pytania bez odpowiedzi (tab. 4.21).

Tabela 4.21. Postrzeganie potencjalnych zagrożeń związanych z rozwojem ISE (w %)

Potencjalne zagrożenie	**Tak**	**Raczej tak**	**Raczej nie**	**Nie**	**Brak zdania**	**Brak odpowiedzi**
1	2	3	4	5	6	7
Dostawcy energii zyskają więcej niż zwykli odbiorcy	12,79	20,09	3,88	9,13	53,20	0,91
Wprowadzenie inteligentnych liczników spowoduje wzrost rachunków za energię	6,16	17,12	4,57	20,09	50,91	1,14
Inteligentne liczniki stanowią zagrożenie dla zdrowia	3,42	5,02	17,81	20,78	50,91	2,05

Tabela 4.21 (cd.)

1	2	3	4	5	6	7
Zbieranie i przesyłanie szczegółowych danych o tym, ile i jak zużywam energii oraz informacja o domowych urządzeniach to naruszenie mojej prywatności	10,05	14,16	10,05	18,26	46,12	1,37
Odbiorca będzie musiał zmienić swoje nawyki związane z korzystaniem z energii, np. zmienić godziny korzystania z pralki	7,76	21,46	7,53	14,84	47,03	1,37
Dostawca energii będzie mógł zarządzać zużyciem energii (np. decydować o tym, które urządzenia zasilać), a nawet limitować moje zużycie energii	5,71	15,07	8,45	13,93	55,25	1,60
Komunikacja i sieć wielu urządzeń zwiększa ryzyko cyberataków	9,13	14,16	7,08	10,27	57,99	1,37
Koszty będą zbyt wysokie, zwłaszcza dla osób o niskich dochodach	8,68	20,09	3,65	11,87	54,57	1,14
Sprzedaż energii ze źródeł odnawialnych może być limitowana, np. wolno sprzedać energię tylko dostawcy, a nie sąsiadowi	7,99	12,56	6,16	7,99	63,47	1,83

Źródło: opracowanie własne.

Badani respondenci najbardziej obawiają się, że dostawcy energii zyskają więcej niż zwykli odbiorcy – 32,88%, wysokich kosztów – 28,77% oraz konieczności zmiany nawyków – 29,22% (tab. 4.22). Niemniej, jak wynika z analizy pytania 31 (pierwszy wariant odpowiedzi), 6,16% respondentów wyraziło gotowość zmiany codziennych zwyczajów związanych z korzystaniem z energii w celu zmniejszenia rachunku (wynik analizy dla pytania 31 (pierwszy wariant odpowiedzi)). W dotychczasowych projektach instalacji rozwiązań Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych na świecie zanotowano przypadki silnego oporu odbiorców przed wprowadzaniem zmian [Ngaryin i in., 2012]. W 2009 r. w Bakersflield w Kalifornii i w Teksasie (USA) wskazywano na inteligentne

liczniki jako powód ogromnych wzrostów rachunków za energię[5]. Protesty publiczne, w których liczniki obwiniano za powodowanie poważnych chorób, takich jak rak oraz bóle głowy, stały się przyczyną zablokowania projektu instalacji w Marin County w Kaliforni (USA) w 2010 r.[6] Podobne protesty w Cape Elizabeth w roku 2010[7] i Stanford[8] (USA) w 2011 r. były przyczyną zaprzestania programu instalacji, a w mieście Maine wręcz oferowano prowizję za odstąpienie od programu. Uznany za nieuczciwy podział pomiędzy kosztami, zyskami a ponoszonym ryzykiem, pomiędzy dostawcą energii a odbiorcą był powodem odrzucenia planu instalacji liczników w Maryland[9] (USA) w 2011 r. i przyczyną *veta* złożonego projektu legislacji w stanie Illinois[10] (USA) w 2011 r. W Ontario[11] (Kanada) i Maine[12] (USA) w roku 2010 zastopowano instalację z tytułu niewystarczającej ochrony prywatności odbiorcy. W stanie Victoria (Australia) zatrzymano projekt z tytułu obaw o zbyt wysokie koszty dla emerytów i osób o niskich dochodach[13].

W celu zatrzymania procesu montowania inteligentnych liczników powstają grupy wsparcia prowadzące kampanie przeciwko obowiązkowej instalacji urządzeń i udzielające wsparcia odbiorcom, którzy nie chcą posiadać takich urządzeń. Grupy te mają zasięg lokalny, np. brytyjskie Stop Smart Meters! (Wielka Brytania)[14], lub międzynarodowy, np. Stop OC Smart Meters[15].

W przeciwieństwie do wielu odbiorców na świecie badani respondenci lokalni nie widzą w instalacji liczników zagrożenia dla zdrowia. Dostrzegają zagrożenie w postaci występowania cyberataków (23,99%) i naruszenia prawa do prywatności (24,20%) (tab. 4.22). Ocenę potencjalnych zagrożeń postrzeganych przez respondentów badania (skumulowane „tak" i „raczej tak" oraz skumulowane „nie" i „raczej nie") zilustrowano na wykresie 4.3.

---

[5] http://gigaom.com/2009/11/19/lesson-learned-from-the-pge-smart-meter-suit-its-a-communication-problem/ [dostęp 1.06.2013].

[6] http://www.marinmagazine.com/Marin-Magazine/October-2010/Smart-Meters-Matter/ [dostęp 1.06.2013].

[7] http://bangordailynews.com/2010/11/09/news/state/cape-elizabeth-asks-cmp-to-delay-smart-meters/ [dostęp 1.06.2013].

[8] http://stopsmartmetersmassachusetts.org/?page_id=33 [dostęp 1.06.2013].

[9] http://www.nytimes.com/cwire/2010/06/23/23climatewire-mds-veto-of-advanced-meter-deployment-stuns-95998.html?pagewanted=all [dostęp 1.06.2013].

[10] http://stopsmartmeters.org/2011/12/31/federal-lawsuit-filed-against-city-of-naperville-illinois/ [dostęp 1.06.2013].

[11] http://www.ontariosmartmeterawareness.com/ontario-community-articles--on-line-petition.html [dostęp 1.06.2013].

[12] http://bangordailynews.com/2012/07/12/business/maine-public-utilities-commission-didnt-address-smart-meter-safety-court-says/?ref=relatedBox [dostęp 1.06.2013].

[13] http://gigaom.com/2010/03/28/smart-meter-worries-crop-up-in-australia/ [dostęp 1.06.2013].

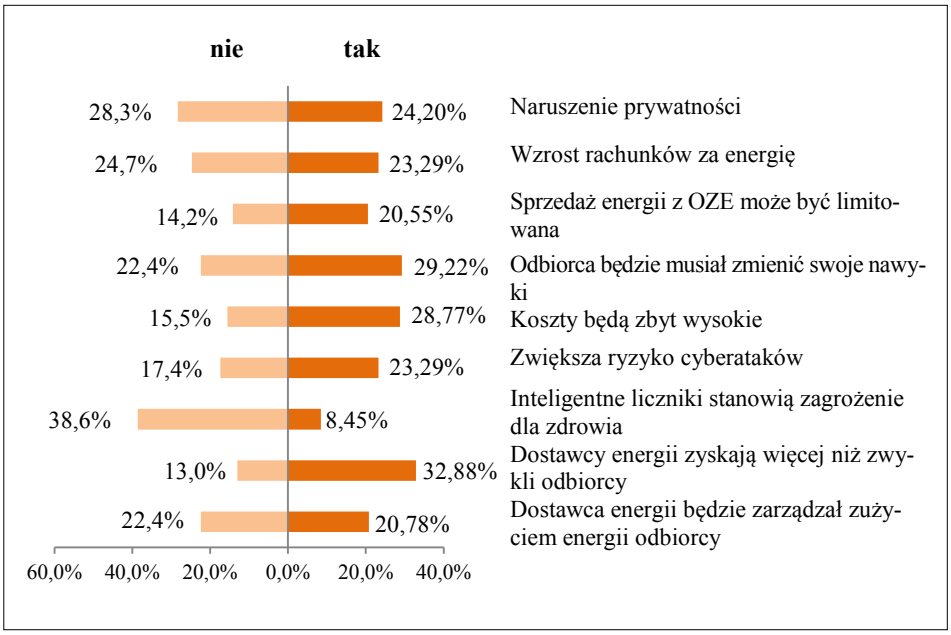
[14] http://stopsmartmeters.org.uk [dostęp 29.05.2013].

[15] http://www.stopocsmartmeters.com [dostęp 29.05.2013].

Tabela 4.22. Ranking postrzegania zagrożeń związanych z rozwojem ISE (w %)

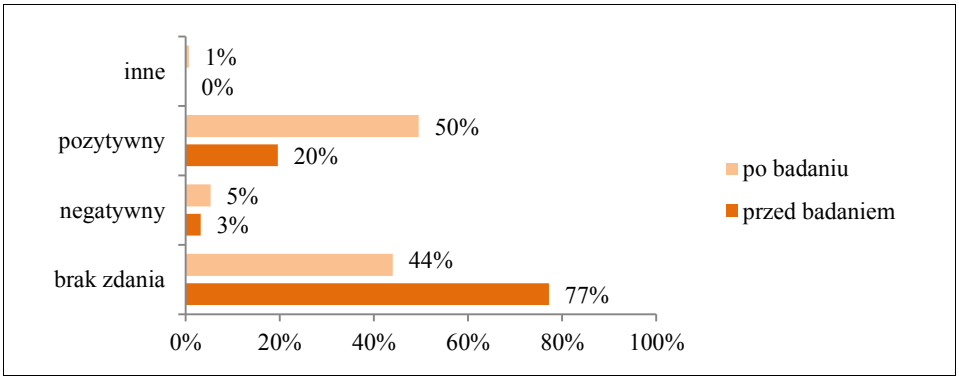
Zagrożenie związane z rozwojem ISE	Łącznie „tak” i „raczej tak”
Dostawcy energii zyskają więcej niż zwykli odbiorcy	32,88
Odbiorca będzie musiał zmienić swoje nawyki związane z korzystaniem z energii, np. zmienić godziny korzystania z pralki, zmywarki	29,22
Koszty będą zbyt wysokie, zwłaszcza dla osób o niskich dochodach	28,77
Zbieranie i przesyłanie szczegółowych danych o tym, ile i jak zużywam energii oraz informacja o domowych urządzeniach to naruszenie mojej prywatności	24,20
Wprowadzenie inteligentnych liczników spowoduje wzrost rachunków za energię	23,29
Komunikacja i sieć wielu urządzeń zwiększa ryzyko cyberataków	23,29
Dostawca energii będzie mógł zarządzać zużyciem energii (np. decydować o tym, które urządzenia zasilać), a nawet limitować moje zużycie energii	20,78
Sprzedaż energii ze źródeł odnawialnych może być limitowana, np. wolno sprzedać energię tylko dostawcy, a nie sąsiadowi	20,55
Inteligentne liczniki stanowią zagrożenie dla zdrowia	8,45

Źródło: opracowanie własne.



Wykres 4.3. Ocena potencjalnych zagrożeń związanych z rozwojem ISE
Źródło: opracowanie własne

Badanie nastawienia odbiorców do rozwiązań związanych z inteligentnymi sieciami



Wykres 4.4. Zmiana postrzegania problematyki ISE w wyniku przeprowadzonej ankiety
Źródło: opracowanie własne

Wypełnienie kwestionariusza i rozmowa z ankieterem spowodowała wzrost pozytywnej oceny rozwiązań Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych u 30% respondentów, ale trzeba zauważyć, że z 3% do 5% wzrósł procent osób o stosunku negatywnym (wykres 4.4).

4.6.2. Analiza komunikacji odbiorcy energii z dostawcą

Analiza komunikacji z dostawcą została podzielona na dwa obszary badawcze. Obszar pierwszy dotyczył analiz aktualnego stanu komunikacji odbiorcy z dostawcą energii oraz zainteresowania informacjami na temat energii ze źródeł odnawialnych i kontrolą zużycia energii. Obszar drugi koncentrował się na badaniu potrzeb komunikacji dla aktywnych działań odbiorcy na rynku energii.

4.6.2.1. Analiza aktualnej komunikacji z dostawcą

Celem tej części badania była analiza wykorzystania i zrozumienia przez odbiorcę informacji obecnie dostarczanych przez aktualnego dostawcę energii oraz stopień wykorzystania sieci Internet do komunikacji dostawca–odbiorca. Do analizy posłużyły pytania kwestionariusza: 18, 19, 20, 21, 22, 23.

Badanie znajomości dostawcy energii i zainteresowania dostępnymi informacjami o „zielonej" energii

62,56% badanych deklarowało znajomość aktualnego dostawcy energii dla gospodarstwa domowego, jednak tylko 81% potrafiło podać nazwę dostawcy, w tym 6% podało nazwę nieprawidłową, funkcjonującą w przedsiębiorstwie energetycznym przed zmianami kapitałowymi i własnościowymi (tab. 4.23). Może to wynikać z długotrwałego powiązania odbiorcy z tym samym dostawcą i jego przywiązania do marki, a co za tym idzie i dostawcy.

Tabela 4.23. Znajomość aktualnego dostawcy energii

Znajomość aktualnego dostawcy energii	% odpowiedzi
Tak	62,56
Nie	36,99
Brak danych	0,46

Źródło: opracowanie własne.

Badaniu nie podlegała komunikacja odbiorcy z dostawcą prowadzona w formie pisemnej, telefonicznej, osobistej lub innej pośredniej. Do badania postawy odbiorców w zakresie kontroli zużycia energii, zainteresowania rozwiązaniami „zielonej" energii przyjęto zainteresowanie informacjami prezentowanymi na rachunku lub dostępnymi na stronie dostawcy.

Tabela 4.24. Częstotliwość odwiedzania aktualnego dostawcy energii

Przeglądanie stron internetowych dostawcy	% odpowiedzi
Nie	74,66
Raz lub dwa	7,08
W miarę regularnie	1,83
W razie potrzeby	15,98

Źródło: opracowanie własne.

Prawie 75% respondentów nie zaglądało na stronę internetową dostawcy (tab. 4.24), 65,75% nie wiedziało, czy dostawca prezentuje informację o rodzajach paliw, z których pochodziła sprzedawana energia (zgodnie rozporządzeniem ministra gospodarki dostawcy mają obowiązek prezentowania struktury paliw i innych nośników energii pierwotnej, zużytej do wytworzenia energii elektrycznej sprzedanej), 25,34% uważało, że takich informacji nie ma (tab. 4.25). Wyniki te mogą świadczyć o małym zainteresowaniu problematyką wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych i małym zainteresowaniu ochroną środowi-

ska. Wyniki analiz mogą potwierdzać znaczenie aspektów ochrony środowiska (por. tab. 4.35), z których wynika, że 26% respondentów zadeklarowało wspieranie wszelkich inicjatyw związanych z ochroną środowiska.

Tabela 4.25. Informacja o rodzajach paliw energii

Informacja o rodzajach paliw	% odpowiedzi
Nie	25,34
Tak	8,90
Nie wiem	65,75

Źródło: opracowanie własne.

Badanie kontroli zużycia energii

Wśród badanej grupy osób, które wiedzą, co oznaczają poszczególne pozycje na rachunku (26,26%), największą grupę stanowiły osoby, których udział rachunku za energię w wydatkach wynosił od 5 do 10%. Wśród respondentów 10,5% uznało rachunki za zbyt skompilowane, co znacznie odbiega od wyników badań krajowych wykonanych przez ATKearney [ATKearney], według których dla 45% społeczeństwa rachunki są nieczytelne. Należy jednak zauważyć, że w badanej grupie 37,44% respondentów w ogóle nie interesowało się informacjami podanymi na rachunku (tab. 4.26).

Tabela 4.26. Znajomość informacji na rachunku za energię

Znajomość informacji na rachunku za energię	% odpowiedzi
Nie interesowałem/am się	37,44
Rachunki są tak skomplikowane, że ich nie rozumiem	10,50
Rozróżniam tylko niektóre elementy	25,57
Tak, wiem, co oznaczają poszczególne pozycje	26,26

Źródło: opracowanie własne.

Około 8% badanych wiedziało, że odbiorca udostępnia możliwość kontroli rachunku on-line, ale z niej nie korzystało. Odwiedza takie strony (często lub sporadycznie) prawie 8% badanych (tab. 4.27). Najczęściej strony dostawców odwiedzali respondenci, którzy wykazali pełną znajomość elementów na rachunku za energię (około 14%), co może świadczyć o dobrej czytelności informacji zawartych na tych stronach. Wśród respondentów, dla których rachunki są skomplikowane, około 11% wiedziało, że można kontrolować rachunki on-line, ale nie korzystało z tej możliwości. Wykorzystywało taką możliwość (często lub sporadycznie) 8,7% badanych.

Tabela 4.27. Kontrola zużycia energii on-line

Kontrola zużycia energii on-line	Znajomość informacji na rachunku za energię w %				
	brak zainteresowania	brak zrozumienia	częściowa znajomość	pełna znajomość	razem
Nie	8,54	21,74	15,18	18,26	14,16
Nie wiem	84,76	58,70	65,18	57,39	69,86
Tak, ale nie korzystam	3,05	10,87	11,61	10,43	7,99
Tak, często korzystam	2,44	4,35	0,89	4,35	2,74
Tak, korzystam sporadycznie	1,22	4,35	7,14	9,57	5,25

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 4.28. Komunikacja z innymi dostawcami usług i kontrola innych rachunków on-line

Komunikacja i kontrola	% odpowiedzi
Nie korzystam	49,77
Regularnie	3,20
W razie potrzeby	46,80

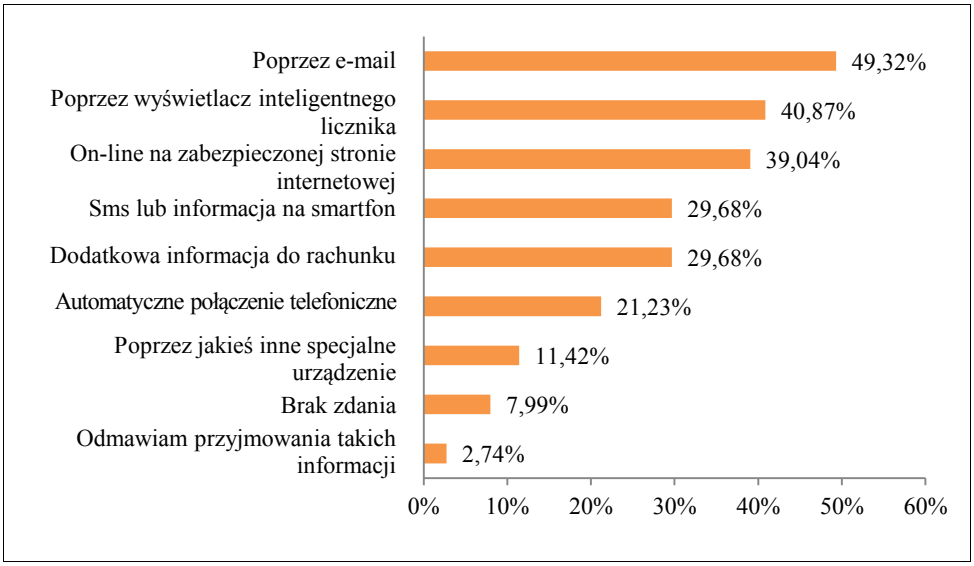
Źródło: opracowanie własne.

W kwestionariuszu nie badano przyczyn braku zainteresowania stronami internetowymi dostawcy, trudno więc jednoznacznie określić przyczynę. Jedną z potencjalnych przyczyn może być brak nawyku korzystania z portali internetowych do kontroli wydatków, jako że prawie 50% respondentów w ogóle nie korzystało z takich możliwości, a 46,8% wykonywało takie operacje sporadycznie (tab. 4.28).

4.6.2.2. Analiza potrzeb komunikacji w zakresie zarządzania popytem na energię

Celem tej części badania była analiza potrzeb komunikacyjnych, jakie odbiorca może przejawiać po przejściu do nowej roli, od odbiorcy pasywnego do prosumenta. Do analizy posłużyły pytania 14, 42 i 43 kwestionariusza. Badania światowe w zakresie form komunikacji przeznaczonych dla programów reakcji strony popytowej wykazują, że odbiorcy akceptują jako nowy system komunikacji zarówno rozwiązania typu dedykowana strona internetowa (portal) dostępna przez urządzenia mobilne, jak i metodę kontroli poprzez domowe urządzenie wyświetlające [ATKearney]. Instalacja inteligentnych liczników wiąże się z możliwością dwustronnej komunikacji odbiorca–dostawca. Częstotliwość tej komunikacji może być dowolnie zdefiniowana. Odbiorcy, przystępując do pro-

gramów reakcji strony popytowej, powinni określić formy bieżącej komunikacji. Preferencje badanej grupy przedstawia wykres 4.5. W prezentowanym badaniu odbiorcy mogli wybierać wiele form komunikacji z podanej listy. Preferowaną formą był kontakt poprzez e-mail, podobnie jak w badaniach przeprowadzonych przez SGCC [SGCC, 2012] i badaniach pilotażowych [Pamuła, 2012c], kolejne dwa miejsca zajęły systemy kontroli dedykowane sterowaniu zużyciem energii w Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej.



Wykres 4.5. Preferencje w zakresie formy bieżącej komunikacji z dostawcą energii
Źródło: opracowanie własne

Funkcjonalność systemów i infrastruktury sieci domowej, w tym urządzeń takich jak inteligentny licznik, została określona w wielu projektach. Dodatkowo organy prawne i regulacyjne, odpowiedzialne za realizację zadań z zakresu regulacji gospodarki paliwami i energią (w Polsce Urząd Regulacji Energetyki URE) określają minimalne wymagania ich funkcjonalności [URE, 2011; Pamuła, 2012a] (por. rozdz. 3.5). Zarządzanie popytem na energię przy udziale programów DSR wiąże się ze znacznym wzrostem potrzeb informacyjnych nie tylko u dostawcy, ale i u odbiorcy, którego nowym zadaniem staje się reakcja na sygnały rynkowe. Celem badania było sprawdzenie, które z potrzeb odbiorcy uważają za najbardziej istotne. Badania przeprowadzone przez ATKearney [ATKearney] wykazały, że 76% odbiorców w Polsce nie wyraża aprobaty do zapłacenia jednorazowej opłaty za możliwość bieżącej kontroli zużywania energii, około 18% jest skłonna ponieść pewne koszty (w badaniach ten próg ustalono na 100 zł), a tylko 5% koszty wyższe. W badanej grupie za najbardziej istotne informacje,

które powinny być dostępne bezpłatnie, respondenci uznali: bieżącą informację o wysokości rachunku – około 80%, bieżące zużycie energii oraz wyświetlanie aktualnej ceny energii i okresu jej obowiązywania – 75,8%.

Tabela 4.29. Preferencje w zakresie dostępu do informacji (w %)

Informacja	B. ważne nawet za dopłatą	Ważne bez opłat	Bez znaczenia	Brak odpowiedzi
Informacja o awarii i przerwach w dostawie prądu	13,93	70,55	14,38	1,14
Możliwość ustalenia budżetu na energię w dowolnym okresie i alarmu, gdy przekraczam	11,42	62,10	24,89	1,60
Wyświetlanie aktualnej ceny w postaci: cena – okres obowiązywania, np. w kolejnej godzinie lub od ostatniej zmiany	10,50	75,80	12,10	1,60
Informacja, ile energii zużyło jakieś urządzenie lub ile wynosiło zużycie we fragmencie mieszkania, domu, gospodarstwa	9,36	60,50	28,77	1,37
Informacja, ile prawdopodobnie zużyję energii i ile zapłacę w aktualnym okresie	8,90	63,24	25,57	2,28
Bieżąca informacja na temat wysokości rachunku	8,68	79,91	10,27	1,14
Bieżące zużycie energii (w danym momencie)	8,68	75,80	14,38	1,14
Dla urządzeń produkujących energię: ile energii swojej zużywam, ile sprzedaję	8,22	61,42	28,77	1,60
Informacja, ile zużywam energii dziennie, tygodniowo, miesięcznie	7,53	72,83	18,49	1,14
Dostęp do danych z poprzednich miesięcy i lat oraz porównanie z poprzednimi okresami	7,53	63,24	27,63	1,60
Informacja, ile zaoszczędzę, jeśli podejmę działanie, np. wyłączę jakieś urządzenie	7,31	69,86	21,69	1,14
Informacja, jak moje zużycie energii wpływa na środowisko	7,08	49,77	41,32	1,83
Porównanie z odbiorcami o podobnym profilu	6,16	40,87	51,14	1,83
Porównanie z wartościami normatywnymi dla mojego profilu	5,25	45,43	47,72	1,60

Źródło: opracowanie własne.

Do informacji, za które badani skłonni byliby zapłacić należą: powiadomienia o awariach i przerwach oraz możliwość ustalenia budżetu na energię. Jako najmniej istotne respondenci uznali: możliwość porównania własnego zużycia energii z wartościami normatywnymi – 47,72% i odbiorcami o podobnym profilu – 51,14% oraz o wpływie własnych działań na środowisko 56,8%, co zgodne jest ze stwierdzeniem, że kontekst kulturowy i lokalny jest istotnym czynnikiem motywującym odbiorcę do określonych działań (por. rozdz. 2). Wyniki prefe-

rencji badanych zaprezentowano w tabeli 4.29. Skumulowane wartości odnośnie do informacji, które respondenci uznali za ważne (ważne za dopłatą oraz ważne bez opłat) prezentuje wykres 4.6.

Wykres 4.6. Preferencje w zakresie dostępu do informacji
Źródło: opracowanie własne

Tabela 4.30. Preferencje w zakresie korzystania z opinii innych konsumentów przy nabywaniu nowych urządzeń

Komunikacja	% odpowiedzi
Korzystam z opinii zamieszczonych na forach internetowych i portalach	57,53
Korzystam z rozwiązań sprawdzonych, np. poleconych przez znajomych	55,94
Jestem przyzwyczajony do rozwiązań, które mam i niechętnie je zmieniam	14,61
Zwykle kupuję nowości, o których jeszcze nie ma opinii	8,22

Źródło: opracowanie własne.

Nabywając nowe usługi lub urządzenia, odbiorcy często zasięgają różnego rodzaju opinii (tab. 4.30). Badani odbiorcy najchętniej w tym celu korzystają

z opinii zamieszczonych na forach – 57,53%, oraz korzystają z polecenia znajomych – 55,94%. To pytanie kwestionariusza było typu półotwartego. Kilkoro spośród respondentów wskazało na opinię sprzedawcy jako istotny element systemu podejmowania decyzji. Świadczy to o tym, że pożądane jest, aby dostawcy energii przygotowali odpowiedni system szkolenia sprzedawców i osób, z którymi kontaktują się bezpośrednio odbiorcy (np. obsługa kasjerska).

Dwukierunkowa, szybka komunikacja jest jednym z podstawowych elementów aktywacji działań odbiorcy na rynku energii. Zaprezentowane wyniki badań świadczą o konieczności przygotowania różnych form komunikacji dostawca–odbiorca. Należy zauważyć, że preferencje odbiorców mogą zmieniać się w czasie, zgodnie z aktualnymi upodobaniami i motywacjami odbiorcy, ofertą rynkową urządzeń oraz rozwojem Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych. Różnorodność preferowanych form oznacza, że odbiorca powinien mieć możliwość łatwej zmiany formy komunikacji oraz używania alternatywnych form komunikacji oraz szerokiej możliwości zasięgania dodatkowych porad i opinii.

4.6.3. Określenie potrzeb odbiorców w zakresie funkcjonalności rozwiązań informatyczno-komunikacyjnych do zarządzania popytem na energię

Celem tej części badania była analiza preferencji w zakresie funkcjonalności rozwiązań informatyczno-komunikacyjnych do zarządzania popytem na energię, postrzeganych przez odbiorców jako najbardziej dla nich odpowiednie. Do analizy posłużyły pytania 41 i 44 kwestionariusza.

Jak wykazano w rozdziale 3.5, istotną rolę w programach reakcji strony popytowej pełnią narzędzia informatyczno-komunikacyjne. Dostęp do informacji i komunikacja może odbywać się poprzez specjalistyczne oprogramowanie, poprzez dedykowany portal lub inne specjalne urządzenie domowe (panel). Dla odbiorców istotne mogą być określone cechy używanych aplikacji decydujące o wyborze programów reakcji strony popytowej. Analiza zebranych danych z kwestionariuszy wykazała, że największe znaczenie dla badanej grupy miała kwestia bezpieczeństwa i ochrony prywatności. Za taką funkcjonalność prawie 16% badanych wyraziło gotowość ponoszenia dodatkowych opłat, 71% uważało, że jest to bardzo ważna cecha, która powinna być dostępna bez opłat. Za cechy bez znaczenia ankietowani uznali możliwość bezpośredniego połączenia z portalami społecznościowymi – 55,48% (mimo że wielu dostawców energii podejmuje działania w celu zaangażowania odbiorców w poprawę wzajemnej relacji, wykorzystując w tym celu media społecznościowe), atrakcyjny interfejs – 46,35% i możliwość konsultacji wyników z innymi użytkownikami – 45,89%. Badania Accenture [Accenture, 2012b] w zakresie preferencji usług świadczonych z wykorzystaniem mediów społecznościowych wskazały, że 50% bada-

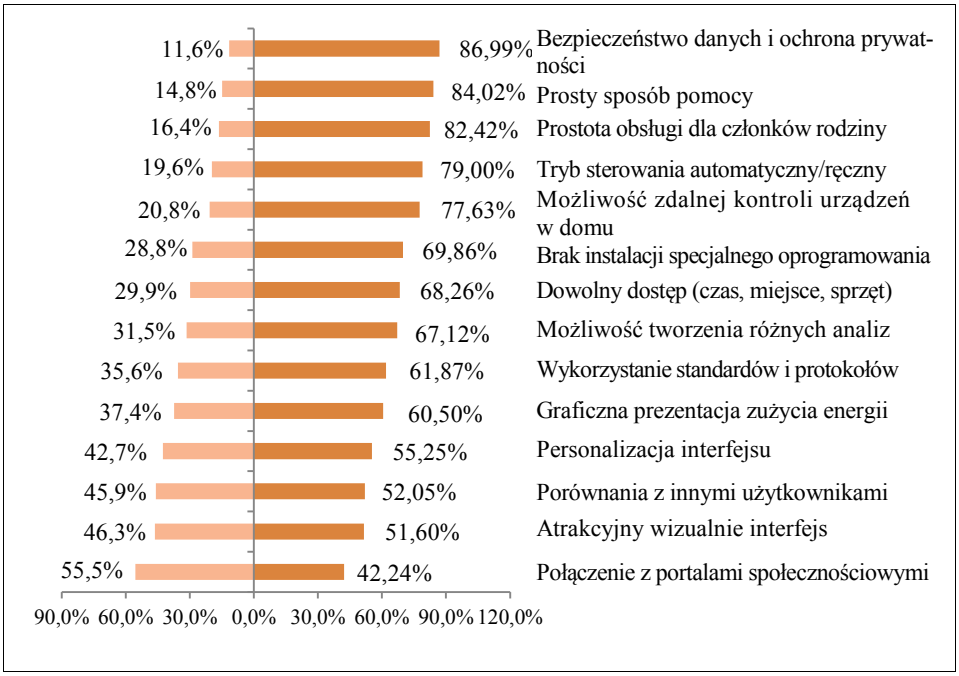
nych chętnie będzie wykorzystywać ten sposób komunikacji do takich usług, jak: śledzenie stanu reklamacji czy informacja o przerwach w dostawie energii, 47% chętnie weźmie udział w dyskusjach i forach na temat porad, jak zaoszczędzić energię i zredukować rachunki lub jak wykorzystać nowe oferowane usługi, 46% tą drogą może ubiegać się o dodatkowe bonusy proponowane przez dostawcę, 31% chętnie obejrzy filmy i inne materiały umieszczone przez dostawcę. W projektowaniu programów dla lokalnych społeczności należy uwzględnić promocję takich rozwiązań, aby część usług, np. w zakresie pomocy i doradztwa, mogła zostać przejęta przez członków grup społecznościowych.

Tabela 4.31. Preferencje w zakresie cech oprogramowania (w %)

Cecha oprogramowania	**B. ważne nawet za dopłatą**	**Ważne bez opłat**	**Bez znaczenia**	**Brak odpowiedzi**
Bezpieczeństwo danych i ochrona prywatności	15,98	71,00	11,64	1,37
Możliwość zdalnej kontroli urządzeń w domu (np. włączenia klimatyzatora, ogrzewania)	11,42	66,21	20,78	1,60
Prostota obsługi dla wszystkich członków rodziny	9,13	73,29	16,44	1,14
Dostęp do systemu z dowolnego miejsca, w dowolnym czasie, z dowolnego urządzenia	8,22	60,05	29,91	1,83
Prosty sposób pomocy	8,22	75,80	14,84	1,14
Możliwość tworzenia różnych analiz (np. zużycia energii przez lodówkę w ciągu roku)	7,08	60,05	31,51	1,37
Możliwość wyboru trybu sterowania automatycznego lub ręcznego	6,39	72,60	19,63	1,37
Wykorzystanie powszechnie stosowanych, otwartych standardów i protokołów	5,94	55,94	35,62	2,51
Personalizacja interfejsu	5,25	50,00	42,69	2,05
Możliwość wyboru graficznego sposobu przedstawienia zużycia energii, np. typu wykresu	5,25	55,25	37,44	2,05
Atrakcyjny wizualnie interfejs	5,02	46,58	46,35	2,05
Brak obowiązku instalowania specjalnego oprogramowania	4,11	65,75	28,77	1,37
Automatyczne połączenie z popularnymi portalami społecznościowymi	3,20	39,04	55,48	2,28
Możliwość konsultacji działań i bieżących wyników z innymi użytkownikami	2,51	49,54	45,89	2,05

Źródło: opracowanie własne.

Wyniki preferencji badanych odbiorców zaprezentowano w tabeli 4.31. Skumulowane wartości dla cech oprogramowania, które respondenci uznali za istotne (ważne za dopłatą oraz ważne bez opłat), prezentuje wykres 4.7.



Wykres 4.7. Preferencje cech oprogramowania
Źródło: opracowanie własne

Reakcja na sygnały systemów zarządzania popytem na energię i programów DSR jest powiązana ze sterowaniem działania częścią posiadanych urządzeń. Nie wszyscy odbiorcy będą wyrażali chęć samodzielnego sterowania urządzeniami i sprzętem, część nie będzie zainteresowana takim działaniem, a część przeniesie podejmowanie decyzji na systemy automatyczne. W przeprowadzonym badaniu 47,03% respondentów wyraziło opinię, że sterowanie powinno być automatyczne, prawie 8% mogłoby taką operację wykonywać raz dziennie, a około 35% od 2 do 4 razy dziennie (tab. 4.32).

Tabela 4.32. Częstotliwość sterowania w ciągu doby

Częstotliwość sterowania	% odpowiedzi
0	47,03
1	7,99
2	15,07
3–4	19,86
5–10	7,31
Brak odpowiedzi	2,74

Źródło: opracowanie własne.

Dla tej grupy odbiorców istotne więc będą systemy sterowania inteligentnego domu (które nie były przedmiotem niniejszego badania) połączone z systemami zarządzania zużyciem energii.

4.6.4. Określenie preferencji odbiorców w zakresie podejmowanych działań i przystępowania do programów reakcji strony popytowej

Analiza preferencji odbiorców w zakresie podejmowanych działań i przystępowania do programów reakcji strony popytowej (DSR) została podzielona na kilka obszarów. Obszar pierwszy dotyczy stanu posiadania urządzeń, których odbiorem energii można sterować oraz instalacji infrastruktury liczników. Obszar drugi miał na celu określenie motywacji odbiorców do podjęcia decyzji o udziale w programach reakcji strony popytowej i programach efektywności energetycznej. W obszarze trzecim skoncentrowano się na określaniu preferencji odbiorców w zakresie konkretnych programów taryfowych DSR.

Badanie infrastruktury urządzeń wykorzystywanych do sterowania zarządzania zużyciem energii

W rozdziale 2 wymienione zostały urządzenia gospodarstwa domowego, które najefektywniej mogą być wykorzystane do sterowania zużyciem energii w przypadku stosowania programów DSR.

Celem tej części badania była analiza posiadanych urządzeń w gospodarstwie domowym i stosunek odbiorców do instalacji nowych liczników pozwalających na kontrolę zużycia energii. Do analizy posłużyły pytania kwestionariusza: 16, 25 i 30.

Tabela 4.33. Urządzenia w gospodarstwie domowym

Urządzenie	% odpowiedzi
Urządzenia grzewcze	38,81
Pogrzewacze wody	33,79
Klimatyzatory	8,90
Nie posiadam	37,67

Źródło: opracowanie własne.

W badanej grupie 38,81% odbiorców posiadało urządzenia grzewcze, 3,79% urządzenia do podgrzewania wody i 8,9% klimatyzatory (tab. 4.33). Jednocześnie badani zadeklarowali inne urządzenia, które były wykorzystywane

w gospodarstwie domowym, a które mogłyby podlegać sterowaniu, np.: płyty grzewcze, pralki, zmywarki, lodówki, kuchenki mikrofalowe, czajniki elektryczne, komputer, odbiorniki radiowo-telewizyjne i akwarium.

W ramach kontroli zużycia energii 24% respondentów wyraziło chęć posiadania licznika przedpłatowego, 40% nie miało opinii na ten temat, a 36% nie wyraziło chęci posiadania. W przypadku liczników inteligentnych 15,75% respondentów chętnie zgodziłoby się na instalację, 12,10% nie wyraziło zgody, a 1,14% ma już zainstalowane. Niski odsetek respondentów z zainstalowanymi licznikami inteligentnymi jest wynikiem początkowej fazy projektów prowadzonych przez głównych dostawców energii. 26,48% wyraziło chęć posiadania licznika inteligentnego, jeśli byłoby to powiązane z dodatkowymi korzyściami, np. bonami na zakupy lub upustami do rachunku. 43,84% respondentów chciałoby uzyskać dodatkowe informacje o pracy takich urządzeń (tab. 4.34).

Tabela 4.34. Akceptacja instalacji inteligentnych liczników

Urządzenie	% odpowiedzi
Potrzebuję więcej informacji	43,84
Tak, jeśli będzie to powiązane z dodatkowymi korzyściami	26,48
Bardzo chętnie	15,75
Nie	12,10
Mam zainstalowany	1,14
Brak odpowiedzi	0,68

Źródło: opracowanie własne.

Badanie motywacji odbiorcy dotyczące przystępowania do programów reakcji strony popytowej i programów efektywności energetycznej

Motywacje odbiorców dotyczące przystępowania do programów DSM zostały omówione w części teoretycznej pracy. Do analizy motywacji odbiorców wybrano tylko niektóre przedstawione aspekty. Analizy dokonano na podstawie pytań 17, 31, 34, 35 i 40.

Wyniki badań światowych prezentowanych w rozdziale teoretycznym wskazują, że aspekty związane z ochroną środowiska są dla wielu grup odbiorców jednym z podstawowych kryteriów przystępowania do programów reakcji strony popytowej i programów efektywności energetycznej. Jak wykazano w rozdziale 4.6.1, u badanych respondentów problemy te znalazły się na miejscu piątym. 83,56% badanych popiera inicjatywy związane z ochroną środowiska, w tym 26,03% zadeklarowało, że popiera wszelkie inicjatywy (tab. 4.35). Jest to potencjalna grupa, do której mogą być kierowane programy DSM, w których kampania informacyjna będzie podkreśla znaczenie zmiany zachowań odbiorcy dla ochrony środowiska i klimatu.

Tabela 4.35. Znaczenie aspektów ochrony środowiska

Opinia	% odpowiedzi
Istotna, ale nie można jej wszystkiego podporządkować	57,53
Bardzo ważna i wspieram wszelkie inicjatywy	26,03
Nieistotne	7,99
Brak zdania	8,22
Brak odpowiedzi	0,23

Źródło: opracowanie własne.

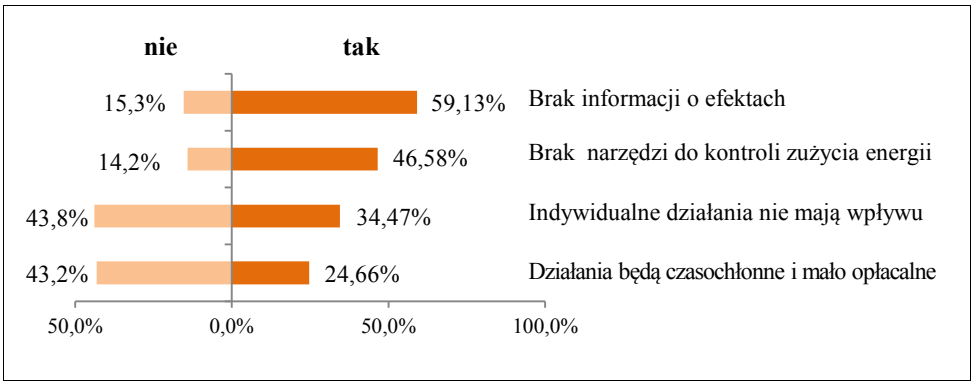
Aby zwiększyć efektywność wykorzystywania energii, 64,16% badanych zadeklarowało gotowość zmiany codziennych zachowań związanych z korzystaniem z energii w celu zmniejszenia rachunku (np. włączając pralkę czy zmywarkę w okresach, gdy taryfy są niższe). 44% wyraziło chęć zainstalowania urządzenia produkującego energię ze źródeł odnawialnych, np. paneli słonecznych, aby zużywać energię na potrzeby własne, a nadmiar sprzedawać. Ta grupa respondentów może przejść nie tylko do roli aktywnego konsumenta, ale i prosumenta. 39,73% wyraziło również chęć zakupu „zielonej" energii. W trakcie badania udział w programach zwiększających efektywność wykorzystania energii zadeklarowało 2,05% badanych, 15,3% nie wyraziło chęci przystąpienia do programów, a 42,69% respondentów wskazało na potrzebę kampanii informacyjnych, by móc podjąć decyzję (tab. 4.36). Wśród badanych 38,58% zadeklarowało chęć przystąpienia do programów zwiększających efektywność korzystania z energii, w tym 20,78% pod warunkiem osiągnięcia dodatkowych korzyści, takich jak rabaty cenowe czy programy lojalnościowe typu kupony na zakupy. Wśród respondentów, którzy wyrazili chęć przystąpienia do programów, największą grupę, około 43%, stanowili respondenci, u których w gospodarstwach domowych występowało ogrzewanie lokalne gazowe lub inne. Mieszkańcy gospodarstw domowych z ogrzewaniem elektrycznym byli najliczniejszą grupą (55,26%), zgłaszającą potrzebę dodatkowych informacji. Preferencje w zakresie przystępowania do programów DSR zbadano również w kontekście tytułu własności mieszkania. Wyniki analiz nie wykazały dużych różnic dla badanych grup.

Tabela 4.36. Udział w programie zwiększającym efektywność korzystania z energii

Opinia	% odpowiedzi
Potrzebuję więcej informacji i programów edukacyjnych, aby to określić	42,69
Tak, jeśli będzie się to wiązało z dodatkowymi korzyściami, np. rabatami cenowymi i programami lojalnościowymi, np. kuponami na zakupy	20,78
Tak	17,81
Nie	15,30
Tak, biorę udział w takim programie	2,05
Brak odpowiedzi	1,37

Źródło: opracowanie własne.

Za czynnik najbardziej zniechęcający do działania respondenci uznali brak narzędzi do kontroli efektów własnego działania, co potwierdza, że odbiorca, który nie ma możliwości kontroli efektów działań, nie będzie starał się ich zmieniać (por. rozdz. 2). Może to wynikać z faktu, że niewielu respondentów ma obecnie możliwość bieżącej kontroli wydatków, niewielu też jest zainteresowanych potencjalną możliwością oferowaną przez dostawcę (por. rozdz. 4.6.2). Wyniki analiz tego pytania (tab. 4.37, wykres 4.8) wskazują również na potrzebę edukacji i kampanii informacyjnych na temat nowych rozwiązań związanych z uczestnictwem w zmieniającym się rynku energii.



Wykres 4.8. Czynniki zniechęcające do działań na rzecz oszczędności energii
Źródło: opracowanie własne

Tabela 4.37. Czynniki zniechęcające do działań na rzecz oszczędności energii (w %)

Potencjalne zagrożenie	Tak	Raczej tak	Raczej nie	Nie	Brak zdania	Brak odpowiedzi
Mam zbyt mało informacji, czy moje działania są efektywne	23,29	35,84	7,76	7,53	24,43	1,14
Nie ma narzędzi do zarządzania energią (np. programów komputerowych)	23,06	23,52	6,62	7,53	37,90	1,37
Moje indywidualne działania nie mają wpływu na środowisko i na zmianę klimatu	12,33	22,15	20,32	23,52	20,55	1,14
Ceny energii nie są wysokie; moje działania będą czasochłonne i mało opłacalne	6,39	18,26	18,95	24,20	30,37	1,83

Źródło: opracowanie własne.

Podstawowym czynnikiem motywującym odbiorców do aktywnych działań w zakresie zarządzania zużyciem energii jest czynnik finansowy. Oczekiwania w stosunku do programów są wśród respondentów bardzo wysokie. 84,5% respondentów oczekuje obniżki rachunku powyżej 15%. Wysokie oczekiwania mają zarówno respondenci, których rachunek stanowi mniej niż 5% wydatków (45,1% badanych respondentów), jak i respondenci, u których wydatki są znacznie wyższe (tab. 4.38). Preferencje w tym zakresie zbadano również w kontekście sytuacji materialnej gospodarstwa domowego.

Tabela 4.38. Oczekiwany procent obniżki rachunku zachęcający do przystąpienia do programów kontroli zużycia energii przez respondentów w grupach udziału rachunku za energię w wydatkach ogólnych (w %)

Oczekiwany % obniżki	**Udział rachunku za energię w wydatkach**						
	pow. 30	**> = 20 < = 30**	**> = 10 < 20**	**> = 5 < 10**	**mniej niż 5**	**nie wiem**	**ogółem badani**
1–5	4,35	0,00	2,38	2,59	0,00	1,85	1,83
Pow. 5	8,70	9,43	5,95	4,31	3,92	3,70	5,25
Pow. 10	4,35	9,43	9,52	11,21	1,96	6,48	7,99
Pow. 15	8,70	30,19	21,43	31,03	45,10	19,44	26,48
Pow. 20	39,13	30,19	36,90	33,62	29,41	31,48	33,33
Pow. 30	34,78	20,75	23,81	16,38	19,61	36,11	24,66
Brak odpowiedzi	0,00	0,00	0,00	0,86	0,00	0,93	0,46

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 4.39. Oczekiwany procent obniżki rachunku zachęcający do przystąpienia do programów kontroli zużycia energii w grupach o określonej sytuacji materialnej (w %)

Oczekiwany % obniżki	**Sytuacja materialna**					
	bardzo dobra	**dobra**	**zła**	**średnia**	**odmawiam odpowiedzi**	**suma końcowa**
1–5	0,00	2,98	0,00	1,09	2,38	1,83
Pow. 5	5,00	4,76	4,17	5,46	7,14	5,25
Pow. 10	0,00	7,14	8,33	9,29	9,52	7,99
Pow. 15	40,00	24,40	20,83	29,51	19,05	26,48
Pow. 20	30,00	33,33	41,67	33,88	28,57	33,33
Pow. 30	25,00	26,79	25,00	20,22	33,33	24,66
Brak odpowiedzi	0,00	0,60	0,00	0,55	0,00	0,46

Źródło: opracowanie własne.

Analiza preferencji odbiorców wykazała, że znaczne oczekiwania co do zmniejszenia wysokości rachunku wykazują gospodarstwa we wszystkich badanych grupach sytuacji materialnej. 95% respondentów z grupy o bardzo dobrej sytuacji materialnej oczekuje spadku ponad 15% (tab. 4.39). 100% respondentów o bardzo dobrej sytuacji materialnej, których wydatki na energię stanowią od 20 do 30%, oczekuje spadku rachunku powyżej 15%.

Zaprezentowane wyniki świadczą o dużym potencjale w zakresie zarządzania popytem na energię, jaki w badanej grupie może być wykorzystany w tworzeniu ofert programów reakcji strony popytowej i programów efektywności energetycznej. Oczekiwania odbiorców mogą być jednak bardzo wysokie, nieadekwatne do możliwości. Prowadzona kampania informacyjna musi jasno określać, jakie efekty i w jakich warunkach odbiorca może osiągnąć, aby uniknąć masowego występowania odbiorców z programów.

Badanie preferencji odbiorców w zakresie programów taryfowych

W rozdziale 2.9 pracy omówiono różne programy DSR, w tym systemy taryf. Analizy preferencji programów dokonano na podstawie pytania 36 kwestionariusza. Do badania preferencji przyjęto następujące wybrane rozdaje systemów taryf i programów DSR:

– **Taryfy TOU ze stałymi strefami obowiązywania cen** – taryfy, w których są różne stawki za energię w ciągu dnia, ale w każdym dniu obowiązują takie same stawki w takich samych przedziałach czasowych.

– **Taryfy CPP z Dobową Krytyczną Stawką Cenową** – taryfy, w których w wybranych dniach stawki są bardzo wysokie, w innych niskie. Informacje o dniach wysokich stawek odbiorca otrzymuje dzień wcześniej sms-em.

– **Taryfy CPP z Godzinową Krytyczną Stawką Cenową** – taryfy, w których w wybranych godzinach stawki mogą być bardzo wysokie, a w pozostałych niskie. Informacje o godzinach wysokich stawek odbiorca otrzymuje wcześniej sms-em.

– **Taryfy PTR z rabatami za godziny szczytu** – taryfy, w których odbiorca wyraża zgodę na zmniejszenie zużycia energii w wybranych okresach, za co otrzymuje bonus, np. finansowy lub w postaci bonu na zakupy, zniżki na bilety itp.

– **Taryfy czasu rzeczywistego RTP** – taryfy, w których są różne stawki za energię w ciągu dnia, zmieniają się, np. co godzinę, i odbiorca decyduje, w jakim okresie włączać urządzenia.

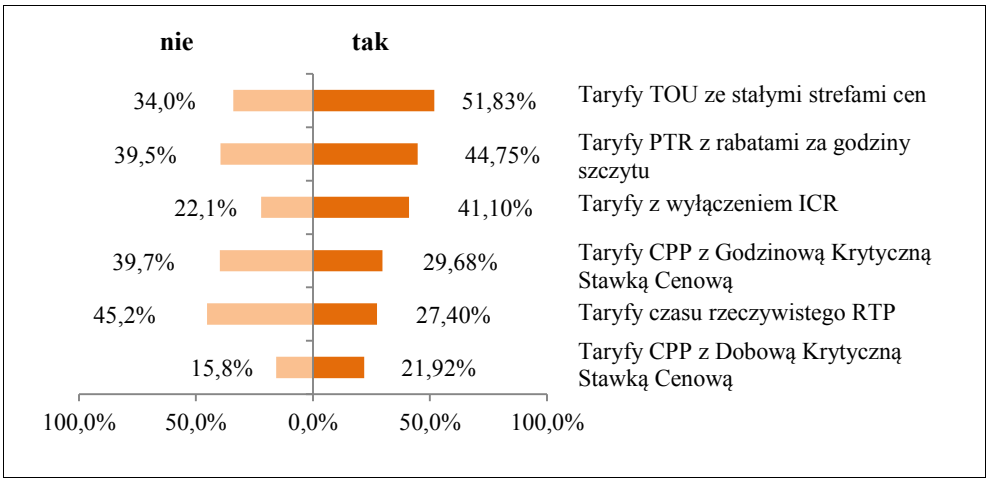
– **Taryfy z wyłączeniem ICR** – programy, w których dostawca będzie decydował o wykorzystaniu energii przez urządzenia użytkowane w gospodarstwie domowym: np. będzie mógł decydować, które z nich, kiedy włączyć lub ograniczyć zasilanie.

Wszystkie przedstawione w kwestionariuszu propozycje programów DSR znalazły zainteresowanie wśród badanych odbiorców (tab. 4.40). Największe zainteresowanie (31,51%) respondentów wzbudziła taryfa wielostrefowa o stałych cenach. Jest to oferta, którą część odbiorców mogła posiadać dotychczas, ponieważ występowała ona w dotychczasowych propozycjach dostawców jako taryfa dzienno-nocna, zwykle dla posiadaczy liczników dwutaryfowych. 29,68% respondentów wyraziło także zainteresowanie programami, w których można otrzymać rabaty za redukcje obciążenia w określonych godzinach.

Tabela 4.40. Preferencje programów DSR (w %)

Typ programu DSR	Tak	Raczej tak	Raczej nie	Nie	Brak zdania	Brak odpowiedzi
Taryfy **TOU** ze stałymi strefami obowiązywania cen	20,32	31,51	9,13	6,62	31,51	0,91
Taryfy **CPP z Dobową** Krytyczną Stawką Cenową	5,25	16,67	20,09	25,11	31,74	1,14
Taryfy **CPP z Godzinową** Krytyczną Stawką Cenową	8,90	20,78	19,63	20,09	29,45	1,14
Taryfy **PTR** z rabatami za godziny szczytu	15,07	29,68	13,24	8,90	32,65	0,46
Taryfy czasu rzeczywistego **RTP**	6,16	21,23	20,55	18,95	32,42	0,68
Taryfy z wyłączeniem **ICR**	14,61	26,48	15,07	18,95	23,97	0,91

Źródło: opracowanie własne.



Wykres 4.9. Akceptacja programów DSR
Źródło: opracowanie własne

Najmniejsze zainteresowanie respondenci wykazali taryfami RTP – 45,2% (wykres 4.9). Taryfy te to główny system określania cen docelowego rynku ISE. Obecny brak zainteresowania może wiązać się z koniecznością dużej kontroli aktualnych sygnałów rynkowych. Doświadczenia odbiorców z programami wielostrefowymi TOU i PTR oraz dobra jakość oferowanych systemów informatycznych, pozwalających na kontrolę automatyczną urządzeń, mogą takie nastawienie zmienić. Podobnie jak w poprzednich analizach, widoczna jest duża grupa respondentów, którzy nie mają opinii na badany temat. Brak zdania związany jest z brakiem szczegółowej wiedzy respondentów.

4.6.5. Określenie potrzeb edukacyjnych odbiorców

Jak wykazano w punkcie 4.6.1 znajomość zagadnień związanych z rozwojem Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych jest niska. Na zasadność tego stwierdzenia wpływają analizy odpowiedzi na poprzednie pytania. Wysoki procent odpowiedzi „brak zdania" w pytaniach:

1) ocena korzyści płynących z ISE – tabele 4.19 i 4.20,
2) ocena zagrożeń ISE – tabele 4.21, 4.22,
3) oraz odpowiedzi „potrzebuję więcej informacji, aby to określić" w pytaniach:

– temat instalacji inteligentnych liczników (43,84%),
– udział w programach zwiększających efektywność korzystania z energii (42,69% – tab. 4.36),
– jak również duży odsetek odpowiedzi „brak zdania" w badaniu zmiany postrzegania problematyki ISE w wyniku przeprowadzonej ankiety – wykres 4.12.

Do badania potrzeb edukacyjnych wykorzystano pytania 37, 38 i 39 kwestionariusza.

Dostawcy energii są w posiadaniu danych adresowych odbiorców, co pozwala im na kierowanie do nich informacji i ofert nowych programów. Odbiorcy energii zwykle mają kontakt z dostawcą (nawet jeśli jest to komunikacja jednokierunkowa) w formie rachunków za energię. Ten sposób, oprócz informacji przysyłanych drogą elektroniczną, był najchętniej wybieranym kanałem przekazu nowych ofert (62,56% respondentów). Rola informacji, którą na rachunku może otrzymywać odbiorca, została opisana w rozdziale 1.

W badaniu brano pod uwagę rachunki tradycyjne przesyłane w okresach rozliczeniowych odbiorcy. Należy zauważyć, że odbiorcy coraz częściej posługują się elektroniczną formą faktur i w tym wypadku platforma rozliczeniowa odbiorcy może stać się miejscem edukacji i promowania nowych rozwiązań. Badani odbiorcy prezentują różne preferencje, stąd konieczność przygotowania odmiennych form przekazu informacji i dopasowania ich do odpowiednich grup. W badanej grupie najmniej akceptowanym kanałem informacji byli dostawcy

innych usług (tab. 4.41). Ekspansja usług innych firm, rozwój firm usług energetycznych (Energy Service Company – ESCO) może zmienić preferencje odbiorców.

Tabela 4.41. Preferencje otrzymywania informacji o nowych programach DSR

Kanał informacji	% odpowiedzi
Poprzez e-mail	62,56
Jako dodatkowe informacje dołączane do rachunku	43,15
Reklamy w TV i w radio	30,59
Listem zwykłym	28,31
Informacje na stronie internetowej dostawcy	28,31
Poprzez bezpośrednią rozmowę telefoniczną	20,78
Informacje bezpośrednie, np. sms lub na smartfona	18,49
Artykuły w czasopismach	17,58
W trakcie spotkania w biurze obsługi klienta	17,35
Inne strony internetowe	10,96
Brak zdania	5,71
Od dostawców innych usług, np. telekomunikacyjnych	4,79
Odmawiam przyjmowania takich informacji	1,83

Źródło: opracowanie własne.

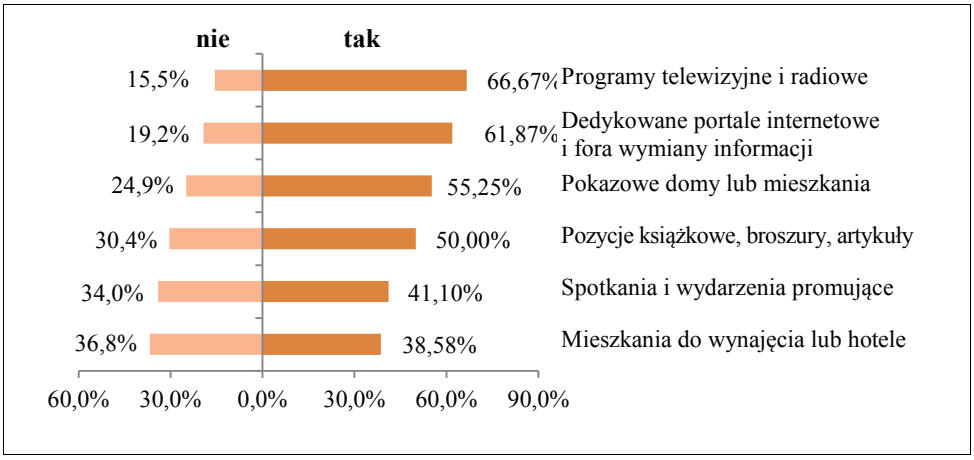
Programy edukacyjne i informacyjne powinny być kierowane do wszystkich odbiorców energii. Inicjatorem tego typu projektów nie musi być dostawca. Na poziomie ogólnospołecznym rolę promotora i inicjatora nowych rozwiązań powinny przyjąć organy rządowe (krajowe i lokalne) lub powołane do tego agencje. Wyniki przeprowadzonego badania wskazują, że respondenci doceniają rozwiązania tradycyjne, takie jak: programy telewizyjne, radiowe, pozycje książkowe i artykuły w prasie, ale też i nowe formy promocji, np. tworzenie instalacji pilotażowych w typowych mieszkaniach i domach, tak aby odbiorcy mogli zobaczyć stosowane rozwiązania i efekty podejmowanych działań w praktyce (22,83% badanych zgłosiło chęć uczestniczenia w takiej formie edukacji – tab. 4.42).

Jak opisano w rozdziale 3 wirtualne grupy społecznościowe są istotnym miejscem zdobywania przez klientów wiedzy, co znalazło potwierdzenie w wynikach badań. W preferencjach respondentów (skumulowane „tak" i „raczej tak") na drugim miejscu znalazły się dedykowane portale i fora dyskusyjne (wykres 4.10). Równie istotny będzie rozwój platform do kontaktu z rynkiem energii, które oprócz funkcji usług handlowych będą pełnić rolę przekazywania informacji i wiedzy.

Tabela 4.42. Preferencje programów edukacyjnych (w %)

Programy edukacyjne	Tak	Raczej tak	Raczej nie	Nie	Brak zdania	Brak odpowiedzi
Pokazowe domy lub mieszkania, w których można zobaczyć, jak to działa	22,83	32,42	13,93	10,96	19,18	0,68
Programy telewizyjne i radiowe	22,37	44,29	7,08	8,45	16,44	1,37
Dedykowane portale internetowe i fora wymiany informacji	17,12	44,75	10,50	8,68	18,04	0,91
Pozycje książkowe, broszury, artykuły	16,21	33,79	15,07	15,30	17,58	2,05
Spotkania i wydarzenia promujące te rozwiązania (np. festyny, pogadanki)	14,61	26,48	15,07	18,95	23,97	0,91
Mieszkania do wynajęcia lub hotele, w których zainstalowano takie systemy	11,87	26,71	23,06	13,70	23,06	1,60

Źródło: opracowanie własne.



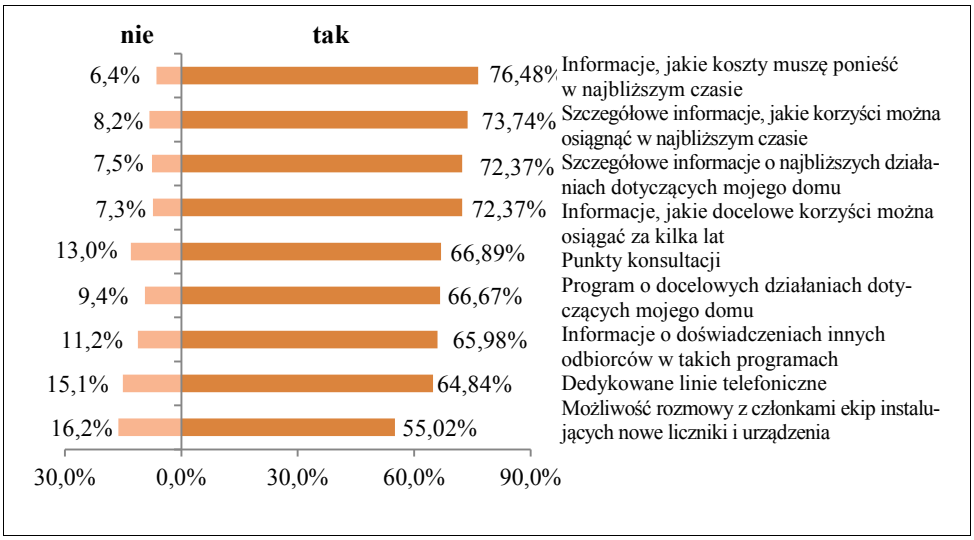
Wykres 4.10. Łączne preferencje programów edukacyjnych
Źródło: opracowanie własne

Respondenci zaakceptowali wszystkie proponowane formy inicjatyw związane z wprowadzaniem nowych rozwiązań (tab. 4.43). Wszystkie propozycje znalazły zainteresowanie u więcej niż 50% respondentów (wykres 4.11). Do informacji, którą badani najbardziej chcieliby uzyskać, należą dane o kosztach, jakie muszą ponieść w najbliższym okresie.

Tabela 4.43. Oczekiwane inicjatywy i zakres informacyjny (w %)

Inicjatywy i informacje	Tak	Raczej tak	Raczej nie	Nie	Brak zdania	Brak odpowiedzi
Informacje, jakie koszty muszę ponieść w najbliższym czasie	47,26	29,22	3,20	3,20	15,98	1,14
Informacje, jakie docelowe korzyści można osiągać za kilka lat	40,18	32,19	4,11	3,20	18,72	1,60
Szczegółowe informacje o **najbliższych** działaniach dotyczących mojego domu	39,95	32,42	3,20	4,34	19,41	0,68
Program o **docelowych** działaniach dotyczących mojego domu	39,27	27,40	5,02	4,34	23,06	0,91
Szczegółowe informacje, jakie korzyści można osiągnąć w najbliższym czasie	35,62	38,13	4,34	3,88	16,67	1,37
Punkty konsultacji	27,17	39,73	5,94	7,08	19,18	0,91
Informacje o doświadczeniach innych odbiorców w takich programach	26,71	39,27	5,48	5,71	22,15	0,68
Dedykowane linie telefoniczne	24,43	40,41	7,76	7,31	19,18	0,91
Możliwość rozmowy z członkami ekip instalujących nowe liczniki i urządzenia	22,60	32,42	8,68	7,53	27,63	1,14

Źródło: opracowanie własne.



Wykres 4.11. Akceptacja inicjatyw i pożądany zakres informacyjny
Źródło: opracowanie własne

Omówione w tym punkcie wyniki badań świadczą wyraźnie o prawdziwości pierwszej hipotezy pomocniczej: ***Świadomość odbiorcy w zakresie korzyści i zmian, jakie niesie rozwój Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych i możliwości działania w obszarze zarządzania popytem na energię jest niska, stąd istnieje duża konieczność prowadzenia programów edukacyjnych i informacyjnych odpowiednio dobranych do wprowadzanych programów.***

Wzrost wiedzy i świadomości odbiorców na temat możliwości, jakie daje nowy rynek energii jest warunkiem koniecznym masowej zmiany roli odbiorców z pasywnej w aktywną. Wzrost ten może być osiągnięty, przede wszystkim, przez przeprowadzanie szeroko zakrojonych kampanii informacyjnych i edukacyjnych, dopasowanych do potrzeb wyodrębnionych grup odbiorców i stanu rozwoju rynku.

4.6.6. Określenie czynników zmiany roli odbiorcy energii

Czynniki zmiany roli odbiorcy z pasywnej na aktywną zostały określone zgodnie z punktami A, B, C schematu przedstawionego na rysunku 4.1. Do określenia ról zostały przyjęte wyniki poszczególnych pytań zgodnie z schematem na rysunku 4.2.

4.6.6.1. Określenie czynników zmiany roli i przejścia z pasywnego odbiorcy do aktywnego odbiorcy

Czynniki aktywujące działania odbiorcy zmierzające do przejścia z roli pasywnego odbiorcy do aktywnego odbiorcy (punkt A diagramu na rys. 4.1) będą omawiane na podstawie opisanych wyników badań grupy respondentów.

Czynniki finansowe, jak wykazano w części teoretycznej, są podstawowym elementem motywacyjnym do przystąpienia do programów reakcji strony popytowej. W badanej grupie dokonano analizy wpływu dochodów na zainteresowanie tematyką Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych (por. rozdz. 4.6.1). Przeprowadzone badania potwierdziły, że największe zainteresowanie tematyką oszczędności i poboru energii przez urządzenia gospodarstwa domowego wykazali respondenci o bardzo dobrej, dobrej i średniej sytuacji materialnej, a najmniejsze respondenci o złej (co może oznaczać, że pobór energii w tych gospodarstwach jest już niewielki, a tym samym potencjał redukcji także). Wyniki badania, w kontekście udziału rachunku za energię w wydatkach, nie pozwalają na jednoznaczne wyodrębnienie żadnej z grup, stąd czynnik ten w badanej grupie nie był brany po uwagę. Wobec powyższego przyjęte zostało, że w badanej

grupie wszystkie jednostki wykazują zainteresowanie programami, bez względu na sytuację materialną i udział rachunku za energię w wydatkach domowych.

Jako pierwszy czynnik zmieniający rolę z pasywnego w aktywnego odbiorcę można uznać **aktualny stan zainteresowania poborem energii nabywanych i posiadanych urządzeń**. Znajomość poboru energii posiadanych urządzeń jest wśród badanych wysoka. Czynnik ten może być rozpatrywany razem z zainteresowaniem otrzymywaniem takich informacji – odpowiedź na pytanie 43 (ósmy wariant odpowiedzi). W badanej grupie 72% osób, które nie potrafiły określić poboru energii urządzeń, wyraziło chęć uzyskiwania tego typu informacji.

Kolejny czynnik to **aktualnie podejmowane działania w zakresie oszczędzania energii**. Do przejścia do roli aktywnego odbiorcy szczególnie predysponowani są badani, którzy wśród działań wymieniają, takie jak: skracanie czasu pracy urządzeń i korzystanie z energii w tańszej taryfie. W badanej grupie 77% respondentów deklarowało podjęcie przynajmniej jednego z tych działań.

Zmiana dostawcy energii również świadczy o zainteresowaniu problematyką, dlatego też odbiorcy, którzy zamierzali lub zmienili dostawcę energii, mogą potencjalnie być zainteresowani ofertą programów DSR. W badanej grupie nie jest to duża liczba osób – łącznie około 13%.

Trzeci czynnik zmiany roli **to postrzeganie potencjalnych korzyści i wad Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej**. Chęć śledzenia zużycia energii może być jednym z podstawnych kryteriów wyboru odbiorców grupy pilotażowej dla testowania skuteczności programów aktywacji popytu oraz zwiększania efektywności energetycznej. Do grup pilotażowych, w których udział jest dobrowolny, można też zapraszać respondentów, którzy postrzegają korzystanie ze zróżnicowanych ofert taryfowych jako korzyść z Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej.

W przypadku analizy stosunku do potencjalnych wad Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej istotny, z punktu widzenia udziału w programach reakcji strony popytowej, jest wybór osób, które nie obawiają się zmian nawyków związanych z korzystaniem z energii. W badanej grupie takie obawy wyraziło 29,22%.

4.6.6.2. Proces wyboru grupy pilotażowej dla testowania skuteczności programów reakcji strony popytowej

Dobór członków grupy pilotażowej, do której przystąpienie obowiązuje na zasadach dobrowolności, może decydować o powodzeniu całego projektu zmian zasad funkcjonowania odbiorcy na rynku energii.

Jedną z metod doboru może być wykorzystanie badań ankietowych. Dla doboru grupy w niniejszej pracy zostały wykorzystane, zaproponowane w rozdziale 4.6.6.1, czynniki predysponujące do zmiany roli odbiorcy z pasywnego

w aktywnego. W procesie poszukiwania członków grupy pilotażowej z badanej grupy 438 respondentów wyodrębniono:

– dla czynnika pierwszego – 112 respondentów,

– dla czynnika drugiego – z wyróżnionych w poprzednim kroku – grupę 90 osób;

– dla czynnika trzeciego, z 90 respondentów wyłonionych w kroku poprzednim, wyodrębniono grupę 33 osób jako potencjalnych uczestników grup pilotażowych.

Przy większej grupie badanych można zastosować dodatkowy wybór członków grup pilotażowych, ograniczając grupę do respondentów deklarujących posiadanie urządzeń pobierających znaczne ilości energii, jako preferowanych do udziału w programach pilotażowych. Niemniej jednak, krok ten może być pominięty, gdyż sterowaniu mogą podlegać urządzenia, w które wyposażone jest obecnie praktycznie każde gospodarstwo domowe (np. pralka). W badanej próbie, przy zastosowaniu tego ograniczenia, liczebność proponowanej grupy nie zmieniła się. Liderami takich grup mogą być osoby, które chętnie wykorzystują nowe rozwiązania techniczne, dlatego też można stwierdzić, że czwartym czynnikiem zmiany roli z pasywnego w aktywnego odbiorcę jest **zainteresowanie odbiorcy nowymi technologiami**. W przypadku zaproponowanego kwestionariusza predysponowani do grup pilotażowych mogą być respondenci, którzy zwykle kupują nowości i lubią być pionierami we wprowadzaniu nowych rozwiązań. W badanej grupie 8,22% respondentów zadeklarowało taką cechę (tab. 4.44). W wyznaczonej grupie pilotażowej znalazły się trzy takie osoby. Jednocześnie, dwie z tych osób korzystają z opinii zamieszczonych na forach i portalach internetowych, potencjalnie więc mogą brać aktywny udział w dyskusjach na forach w portalach promujących efektywne zarządzanie energią i programy reakcji strony popytowej, wspierając nowych użytkowników swoją wiedzą.

Tabela 4.44. Zainteresowanie doradztwem przy zakupie nowych urządzeń

Zainteresowanie doradztwem przy zakupie nowych urządzeń	% odpowiedzi
Zwykle kupuję nowości, o których jeszcze nie ma opinii	8,22
Korzystam z opinii zamieszczonych na forach internetowych i portalach	57,53
Korzystam z rozwiązań sprawdzonych, np. poleconych przez znajomych	55,94
Jestem przyzwyczajony do rozwiązań, które mam i niechętnie je zmieniam	14,61

Źródło: opracowanie własne.

W przypadku gdy oferta programów reakcji strony popytowej będzie obejmowała różne rodzaje taryf, członkom grupy pilotażowej można wskazać oferty zgodnie z preferencjami określonymi przez nich w kwestionariuszu. W wyznaczonej grupie pilotażowej występuje zainteresowanie wszystkimi oferowanymi

programami taryf (tab. 4.45). W kwestionariuszu pytanie to pozwoliło na wybór więcej niż jednego programu, dlatego też wybór konkretnego programu będzie zatem zależny od szczegółowej analizy oferty dostawcy energii.

Tabela 4.45. Preferencje odbiorców grupy pilotażowej w zakresie programów DSR

Program	Liczba zainteresowanych respondentów
Taryfy **CPP z Dobową** Krytyczną Stawką Cenową	4
Taryfy czasu rzeczywistego **RTP**	10
Taryfy **CPP z Godzinową** Krytyczną Stawką Cenową	9
Taryfy z wyłączeniem **ICR**	10
Taryfy **PTR** z rabatami za godziny szczytu	16
Taryfy **TOU** ze stałymi strefami cen	17

Źródło: opracowanie własne.

Przeprowadzony proces analizy kwestionariusza, wyodrębnienie czynników zmiany roli odbiorcy oraz omówiony w tym punkcie proces wyboru grupy pilotażowej świadczą o prawdziwości drugiej hipotezy pomocniczej: ***Wśród odbiorców energii elektrycznej można wyodrębnić liderów wdrażania projektów pilotażowych programów zarządzania popytem na energię, którzy służąc wsparciem innym odbiorcom, przyczyniają się do rozwoju idei Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych.***

Analiza kwestionariusza i wyznaczenie czynników zmiany roli odbiorcy pozwoliły również na wyodrębnienie wśród badanych respondentów grup o określonej charakterystyce, do których mogą być kierowane określone usługi i programy reakcji strony popytowej. Grupy odbiorców wyznaczono na podstawie wartości czynników:

– czynnik pierwszy określono jako prawdziwy, jeśli respondent interesował się wartością poboru energii urządzeń (pytanie 13) lub wyraził chęć otrzymywania takiej informacji (pytanie 43 (ósmy wariant odpowiedzi));

– czynnik drugi uznano jako prawdziwy, jeśli wśród podejmowanych przez respondenta działań w zakresie oszczędzania energii odbiorca wymieniał skracanie czasu pracy urządzeń i włączanie sprzętu gospodarstwa domowego w tańszej taryfie;

– czynnik trzeci uznano jako prawdziwy, jeśli odbiorca jako korzyść z ISE uważał zróżnicowanie taryf (pytanie 28 (pierwszy wariant odpowiedzi)) lub śledzenie zużycia energii (pytanie 28 (trzeci wariant odpowiedzi)) oraz jako wadę uznawał konieczność zmiany nawyków (pytanie 29 (piąty wariant odpowiedzi)).

Respondentów, u których wszystkie trzy czynniki były spełnione zaliczono do grupy 1, tych, którzy spełnili dwa – do grupy 2, przy spełnieniu jednego z wymienionych czynników, respondentów zaliczono do grupy 3. Grupa 4 to respondenci, dla których żaden z czynników nie wystąpił. Charakterystykę tak określonych grup zawarto w tabeli 4.46.

Tabela 4.46. Charakterystyka grup odbiorców w badanej grupie respondentów

	Grupa 1	**Grupa 2**	**Grupa 3**	**Grupa 4**
Liczebność w grupie badanych	10,5%	48,17%	36,53%	5,25%
Wiek	Podobny rozkład	Przewaga osób młodych do 40 roku życia	Podobny rozkład	Przewaga osób wieku od 41 lat
Płeć	Podobny rozkład	Podobny rozkład	Przewaga kobiet	Znaczna przewaga kobiet
Wykształcenie	Przeważnie wyższe	Średnie i wyższe	Średnie i wyższe	Przeważnie średnie
Liczba osób w gospodarstwie	Przeważnie rodziny wieloosobowe	Przeważnie rodziny dwu- i trzyosobowe	Przeważnie rodziny dwu- i trzyosobowe	Przeważnie rodziny dwuosobowe
Sytuacja materialna	Dobra i średnia	Dobra	Średnia	Średnia
Typ budynku	Domek jednorodzinny	Domek jednorodzinny	Blok wielorodzinny	Blok wielorodzinny
Ogrzewanie	Lokalne	Miejskie	Miejskie	Miejskie
Ochrona środowiska	Bardzo istotna	Istotna	Istotna	Istotna
Instalacja inteligentnego licznika	Chętnie, tak z dodatkowymi korzyściami	Tak, z dodatkowymi korzyściami	Po uzyskaniu dodatkowych informacji	Po uzyskaniu dodatkowych informacji
Częstotliwość sterowania	Automatyczne, maksymalnie 4 razy w ciągu doby	Automatyczne	Automatyczne	Automatyczne
Aprobowany program taryf energii	Taryfy CPP z Dobową Krytyczną Stawką Cenową, Taryfy z wyłączeniem ICR, Taryfy PTR z rabatami za godziny szczytu, Taryfy CPP z Godzinową Krytyczną Stawką Cenową	Taryfy CPP z Dobową Krytyczną Stawką Cenową, Taryfy z wyłączeniem ICR	Taryfy CPP z Dobową Krytyczną Stawką Cenową, Taryfy z wyłączeniem ICR	Taryfy CPP z Dobową Krytyczną Stawką Cenową, Taryfy z wyłączeniem ICR

Źródło: opracowanie własne.

Najliczniejszą grupą, wśród badanych respondentów, która potencjalnie jest zainteresowana programami reakcji strony popytowej, jest grupa 2, którą stanowią ludzie młodzi (do 40 lat) o średnim i wyższym wykształceniu, dobrej sytuacji materialnej, mieszkający w dwu- i trzyosobowych gospodarstwach w dom-

kach. Grupa ta jest zainteresowana udziałem w programach oferowanych z dodatkowymi korzyściami. Grupa 1, którą stanowią głównie wieloosobowe rodziny mieszkające w domkach, wysoko ceni wartości związane z ochroną środowiska i może być zainteresowana programami, w których korzyścią dodatkową będą działania korzystne dla przyrody. Grupa 3 i grupa 4, głównie kobiety – mieszkańcy bloków wielorodzinnych z ogrzewaniem miejskim, warunkuje przystąpienie do programów DSR otrzymaniem dodatkowych informacji, co wskazuje na konieczność przeprowadzenia kampanii informacyjnych przed uruchomieniem naboru do programów reakcji strony popytowej. We wszystkich grupach preferowane jest automatyczne sterowanie urządzeniami, które będą podlegały programom DSR, nie ma wyraźnych preferencji co do typu programu DSR.

4.6.6.3. Określenie czynników zmiany roli i przejścia od aktywnego odbiorcy do prosumenta

Istnieją dwie ścieżki zmiany roli aktywnego odbiorcy w prosumenta (punkt B diagramu na rys. 4.1):

- odbiorca może przejść z roli aktywnego odbiorcy do roli prosumenta,
- przejście z roli odbiorcy pasywnego do roli prosumenta.

W przypadku ścieżki pierwszej można założyć, że wszyscy respondenci zakwalifikowani do udziału w programach reakcji strony popytowej (punkt A schematu na rys. 4.1) mogą być zainteresowani generowaniem energii z własnych źródeł oraz możliwością dokonywania transakcji handlowych na rynku energii. Tylko grupa tych respondentów będzie więc brana do określania czynników w dalszym etapie badania.

W przypadku drugim, odbiorca ze stanu niskiego zaangażowania, do tej pory niewyrażający zainteresowania problematyką zarządzania zużyciem energii, nabywa i podłącza do sieci urządzenie generujące energię. W przypadku drugiej ścieżki pod uwagę może być brana cała początkowa grupa respondentów (z wyjątkiem respondentów o niskich dochodach w gospodarstwie domowym). Nabywanie, instalowanie i przyłączanie do sieci urządzeń produkujących energię ze źródeł odnawialnych nie wiąże się z uczestnictwem w grupach pilotażowych. Decyzję taką każde gospodarstwo domowe może podejmować indywidualnie, niezależnie od oferty dostawcy energii, aczkolwiek czynnikiem motywującym mogą być korzystne ceny oferowane za wyprodukowaną energię.

W obydwu przypadkach istotnym czynnikiem zmiany roli w punkcie B schematu na rysunku 4.1 jest **zainteresowanie zakupem urządzeń generujących i akumulujących energię**.

Badanie zainteresowania takimi urządzeniami zawierały pytania 31 (drugi wariant odpowiedzi), 32 i 33 kwestionariusza.

44,06% respondentów wskazało zainstalowanie urządzenia produkującego energię ze źródeł odnawialnych na użytek własny i w celu sprzedaży jako działanie, które mogliby podjąć w celu zwiększenia efektywności wykorzystywania energii (w grupie pilotażowej, wyznaczonej w rozdziale 4.6.6.2 odsetek ten stanowił 57,57%).

Większość badanych respondentów nie interesowała się zakupem tego typu urządzeń (62,79%), 26,48% oglądało oferty, ale uznało je za nieopłacalne. W badanej grupie część odbiorców (9,32%) zakupiła i posiada takie urządzenia (tab. 4.47). Odbiorcy zwykle nie rozróżniają paneli słonecznych do produkcji energii od paneli wykorzystywanych do podgrzewania wody. W pierwszym przypadku panele pozwalają na produkcję energii własnej, jej konsumpcję lub sprzedaż, w drugim służą tylko do podgrzewania wody, a tym samym ograniczenia zużycia energii pobieranej w tym celu z sieci elektroenergetycznej. Badanie nie przewidywało sposobu i stopnia wykorzystania posiadanych urządzeń. Można uznać, że w obecnej sytuacji rynku energii w Polsce i sposobu sprzedaży energii odnawialnej z OZE (konieczność prowadzenia działalności gospodarczej i handel zielonymi certyfikatami) jest to dość wysoki udział i przejście do roli prosumenta będzie warunkowane bardziej czynnikami, takimi jak: zasoby finansowe i koszt technologii niż motywacjami społecznymi. Zmiany regulacji prawnych dla rynku energii, w tym zasad rozliczania gospodarstw domowych związanych z produkcją energii z mikroźródeł, mogą spowodować znacznie większy wzrost zainteresowania odbiorców pełnieniem nowej roli – prosumenta. Odsetek osób w grupie pilotażowej, wyznaczonej w punkcie 4.6.6.2, które nie interesowały się energią ze źródeł odnawialnych, wynosił 54,54%. 10% posiadało takie urządzenie zakupione ze środków własnych, a 3% zakupione z dotacją finansową, 27% osób przeglądało oferty, ale uznało je za nieopłacalne. Procent zainteresowanych zakupem urządzeń produkujących energię ze źródeł odnawialnych w wybranej grupie pilotażowej do programów DSR był wyższy niż w grupie wszystkich respondentów, można więc założyć, że przejście do roli prosumenta będzie odbywało się głównie przez pełnienie roli aktywnego odbiorcy.

Tabela 4.47. Zakup urządzenia generującego energię z OZE

Chęć zakupu urządzenia generującego energię z OZE	% odpowiedzi
Nie	62,79
Tak, przeglądałem oferty, są nieopłacane	26,48
Tak, mam z własnych środków	5,48
Tak, z programów dofinansowujących	3,88
Brak odpowiedzi	1,37

Źródło: opracowanie własne.

Zakup urządzenia wiąże się z koniecznością jego instalacji. W badaniu przeprowadzono analizę, jak typ budynku, w którym zlokalizowane jest gospodarstwo domowe, oraz tytuł własności mieszkania wpływają na zainteresowanie zakupem

urządzeń produkujących energię ze źródeł odnawialnych. Wśród respondentów, którzy są właścicielami mieszkania lub też mieszkają u rodziny, najmniejsze zainteresowanie przejawiają mieszkańcy bloków wielorodzinnych (tab. 4.48). **Tytuł własności mieszkania oraz typ budynku** mogą więc być drugim czynnikiem predysponującym do zmiany roli odbiorcy w prosumenta. W grupie pilotażowej, wybranej w punkcie 4.6.6.2, właściciele mieszkania stanowili 73%, identyczny odsetek (73%) stanowiły gospodarstwa domowe w domach jednorodzinnych.

Tabela 4.48. Chęć zakupu urządzenia generującego energię ze źródeł odnawialnych (w %)

Chęć zakupu urządzenia generującego energię z OZE	Blok wielorodzinny	Domek	Kamienica
Nie	83,33	36,42	33,33
Tak, mam z własnych środków	2,47	9,88	5,56
Tak, przeglądałem oferty, są nieopłacane	8,64	48,15	61,11
Tak, z programów dofinansowujących	3,70	4,32	0,00
Brak odpowiedzi	1,85	1,23	0,00

Źródło: opracowanie własne.

Jak opisano w rozdziale 3.5, funkcjonowanie prosumenta na rynku energii może wiązać się z usługą akumulowania energii w bateriach pojazdów elektrycznych w godzinach poza szczytem i oddawania jej do sieci w godzinach szczytu. **Chęć posiadania pojazdu elektrycznego i hybrydowego** może być trzecim czynnikiem predysponującym do zmiany roli w prosumenta. W badaniu sprawdzono, na ile chętnie respondenci wyrażają chęć zakupu samochodu elektrycznego lub hybrydowego. Aby pominąć element kosztów pojazdu, a przyjąć tylko jego funkcjonalność, przyjęto założenie, że cena takiego pojazdu jest zbliżona do ceny pojazdu spalinowego. Czynnikiem decydującym o zakupie przez respondentów była, przy takim założeniu, dostępność infrastruktury do ładowania pojazdów – 42,24% badanych respondentów zakupiłoby pojazd przy szeroko dostępnej infrastrukturze, 40% z nich podało przy tym drugi warunek – przejazdu minimum 200 km na jednym ładowaniu (tab. 4.49).

Tabela 4.49. Chęć zakupu pojazdu elektrycznego lub hybrydowego

Chęć zakupu pojazdu elektrycznego lub hybrydowego	% odpowiedzi
Tak, ale jeśli będzie szeroko dostępna infrastruktura do ładowania	42,24
Nie	36,53
Tak, ale jeśli będzie można przejechać min. 200 km na jednym ładowaniu	28,31
Tak, z takimi parametrami, jak obecnie oferowane	12,79
Posiadam	1,60

Źródło: opracowanie własne.

W grupie pilotażowej, wybranej w punkcie 4.6.6.2, 82% respondentów wyraziło chęć zakupu pojazdu, przy czym 60% pod warunkiem dostępności infrastruktury ładowania. Rozwój technologii akumulatorów, a także pojazdów elektrycznych i hybrydowych pozwala obecnie na przemierzanie znacznych odległości (por. rozdz. 2.8), problemem obecnie jest nadal cena pojazdów, ale dostępne są już oferty w cenach atrakcyjnych dla nabywców (w Polsce ofertę miejskich pojazdów elektrycznych przygotował Romet – cena pojazdu Romet 4E o zasięgu 90–180 km to około 35 000 zł[16]). Infrastruktura ładowania pojazdów jest obecnie trudno dostępna. Powinna ona być elementem strategii rozwoju inteligentnych miast i strategii rozwoju województw. Promocja korzystania z tego typu pojazdów może obejmować też działania niewymagające inwestycji w infrastrukturę, np. darmowe parkingi w centrach miast. Takie rozwiązania powstają obecnie jako pilotażowe, aczkolwiek w Polsce jest ich zaledwie kilka [Pamuła i in., 2013].

4.6.6.4. Określenie czynników zmiany roli i przejścia z prosumenta do aktywnego prosumenta

Czynniki aktywujące przejście prosumenta w rolę aktywnego prosumenta (punkt C schematu na rysunku 4.1), rozumianego jako uczestnika określonej społeczności wspólnie zarządzającej generacją i wykorzystaniem energii, będą określane na podstawie wyników badań grupy respondentów wybranych spośród respondentów całego badania.

Grupa została wybrana zgodnie z opisem w rozdziale 4.4, a respondenci grupy stanowili 9,4% ogółu wszystkich badanych i 15,1% z miasta Łodzi. Wybrana grupa została poproszona o odpowiedzi na pytania znajdujące się w dodatkowym kwestionariuszu. Badanie tej grupy dotyczyło potencjalnych czynników aktywujących nową rolę. Ponieważ respondenci nie posiadali jeszcze żadnych doświadczeń w zakresie transakcji na rynku energii i w regionie łódzkim, nie wyodrębniono żadnych grup prosumentów. O ile zmiana roli z pasywnego odbiorcy w aktywnego odbiorcę wiąże się z przyjmowaniem ofert dostawców energii i nie wymaga pełnego rozwoju Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych, to zmiana roli w aktywnego prosumenta jest docelowym rozwiązaniem i powinna odbywać się w warunkach funkcjonowania rynku, zgodnie z ideą ISE. Tworzenie grup prosumentów nie musi być uzależnione od oferty dostawcy energii czy innego pośrednika. Decyzje takie mogą powstawać oddolnie, z woli i chęci samych członków konkretnej społeczności. Powstawanie ich może być jednak motywowane warunkami finansowymi oferowanymi przez agregatorów działających na rynku energii.

---

[16] http://otomoto.pl/inny-inny-romet-4e-elektryczny-nowosc-C26615228.html

W badanej grupie respondentów tylko 7,3% nie wyraziło zainteresowania powstaniem na osiedlu urządzeń generujących energię ze źródeł odnawialnych (tab. 4.50). Wynik ten oznacza, że badani respondenci sprzyjają rozwiązaniom nowego rynku energii i Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych, co może być czynnikiem sprzyjającym przejściu do roli aktywnego prosumenta (ale również do roli prosumenta, gdyż potencjalne protesty innych mieszkańców, dotyczące instalowania, mogłyby zniechęcać mieszkańców do planowanych instalacji).

Tabela 4.50. Akceptacja instalacji generatorów energii z OZE na osiedlu

Instalacja OZE na osiedlu	% odpowiedzi
Tak	48,8
Nie	7,3
Brak zdania	43,9

Źródło: opracowanie własne.

Małe społeczności zwykle wspólnie dbają o estetykę osiedla. **Wpływ instalacji generatorów energii ze źródeł odnawialnych na estetykę osiedla** może być pierwszym czynnikiem decydującym o przejściu z roli prosumenta do aktywnego prosumenta. Wśród badanych respondentów 46,3% nie widzi żadnych przeszkód związanych z estetyką instalowanych urządzeń (w badaniu nie prezentowano urządzeń, wykorzystano wiedzę respondenta), przeszkodą dla 26,8% może być hałas z generatorów turbin wiatrowych (tab. 4.51). W przypadku gdy estetyka rozwiązań budynku lub osiedla jest postrzegana negatywnie, możliwe jest przeniesienie źródeł (zwłaszcza jeśli stanowią farmę) poza ramy osiedla lub wyznaczenie miejsca odpowiadającego większości członków społeczności.

Tabela 4.51. Znaczenie OZE dla estetyki osiedla

Estetyka osiedla a OZE	% odpowiedzi
Brak	46,3
Hałas	26,8
Zła dla osiedla	24,4
Zła dla budynku	2,4

Źródło: opracowanie własne.

Rynek energii Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych dąży do rozproszenia zasilania i jak największego wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych. Drugim czynnikiem zmiany roli z prosumenta do aktywnego prosumenta może być **poziom akceptacji zasilania osiedla energią ze źródeł odnawialnych (OZE)**. W badaniu sprawdzono, jak konsumenci postrzegają takie rozwią-

zanie. 68,29% badanych wyraziło pozytywną opinię na temat możliwości zasilania osiedla energią pochodząca tylko z OZE (tab. 4.52). Jest to wynik, który może oznaczać akceptację rozwiązań ISE.

Założeniem powstania i funkcjonowania grup prosumentów jest wspólne zarządzanie generacją, konsumpcją i ewentualną sprzedażą energii. **Nastawienie odbiorców do wspólnej generacji, konsumpcji i inwestycji w odnawialne źródła energii** może być określone jako trzeci czynnik zmiany roli w aktywnego prosumenta.

Tabela 4.52. Akceptacja zasilania osiedla energią z OZE

Zasilanie osiedla głównie energią z OZE	% odpowiedzi
Tak	68,29
Nie, zasilanie w energię powinno odbywać się tak, jak dotychczas	24,39
Nie, Energia z OZE powinna być używana tylko w przypadku awarii systemu zasilania	7,32

Źródło: opracowanie własne.

W badaniu sprawdzono nastawienie respondentów do rozwiązania, w którym osiedle jest zasilanie w energię pochodzącą z OZE. Chęć wspólnego inwestowania w urządzenia produkujące „zieloną" energię wyraziło 39% respondentów, z kolei chęć wspólnego zarządzania (produkcji, konsumpcji i sprzedaży) – 58,5% respondentów.

Jak opisano w rozdziale 3.3.3 inwestycje w urządzenia generacji energii „zielonej" rozwijają się dynamiczne, jeśli wspomagane są systemami wsparcia ze strony państwa. **Oferowany system wsparcia generacji energii z OZE** dla gospodarstw domowych może być jednym z głównych czynników przejścia do roli prosumenta, ale także do roli aktywnego prosumenta. Respondenci pozytywnie ocenili wszystkie proponowane formy wsparcia (tab. 4.53).

Tabela 4.53. Akceptacja form wsparcia generacji energii z OZE (w %)

Inicjatywy i informacje	Tak	Raczej tak	Brak zdania	Raczej nie	Nie
Zwolnienie z podatków	63,41	29,27	4,88	0,00	2,44
Gwarantowana cena na wyprodukowaną energię z OZE na 10–20 lat	65,85	24,39	7,32	0,00	2,44
Dopłaty do instalowanych urządzeń	65,85	24,39	4,88	2,44	2,44

Źródło: opracowanie własne.

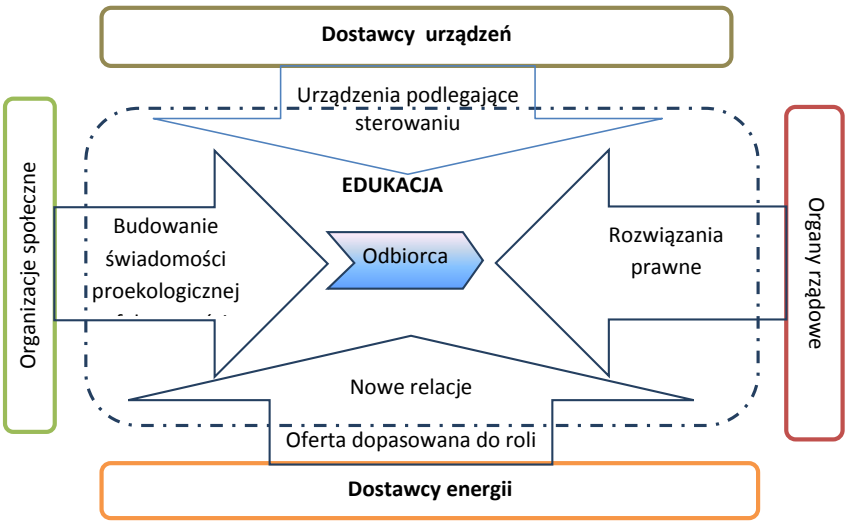
Przejście do roli aktywnego prosumenta może odbywać się z roli prosumenta, aktywnego odbiorcy, a nawet pasywnego odbiorcy (w przypadku mieszkańców osiedla, którzy wyrażą akces do wspólnych inwestycji, a do tej pory nie byli zainteresowani zarządzaniem zużyciem energii).

Podsumowując wyniki badań empirycznych, można stwierdzić, że na podstawie analizy danych ankietowych, jak również wyboru grup docelowych, możliwe jest wyodrębnienie czynników zmiany roli konsumenta energii z pasywnego odbiorcy do aktywnego prosumenta, co potwierdza zasadność trzeciej hipotezy pomocniczej: ***W grupach społeczności można wyznaczyć czynniki motywujące odbiorców do aktywnych działań w programach zarządzania popytem na energię wzmacniające proces zaangażowania odbiorcy w rozwiązania Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej.***

4.7. Proponowany proces budowania zaangażowania odbiorcy w rozwiązania Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej

W części teoretycznej pracy określono kierunek zmian w zarządzaniu siecią elektroenergetyczną i wykazano zasadność przyjętych rozwiązań Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej w zakresie zarządzania popytem na energię. W części empirycznej natomiast wskazano na potencjał, jakim dysponują odbiorcy w zakresie aktywacji działań i akceptacji proponowanych rozwiązań, co prowadzi do stwierdzenia zasadności głównej tezy pracy: ***Zarządzanie popytem na energię wymaga wprowadzenia nowych rozwiązań organizacyjnych i technicznych, umożliwiających transformację dotychczasowego pasywnego odbiorcy w aktywnego prosumenta***.

Rolą Państwa w procesie rozwoju Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych jest przyjęcie rozwiązań prawnych umożliwiających odbiorcom swobodę wyboru w zakresie reakcji na wysyłane bodźce programów reakcji strony popytowej prowadzenia działań promocyjnych na rzecz efektywności końcowego wykorzystania energii. Obowiązkiem operatorów systemów dystrybucyjnych jest uwzględnianie w procesie planowania rozbudowy sieci dystrybucyjnej, środków związanych z efektywnością energetyczną i zarządzaniem popytem oraz wytwarzaniem energii z rozproszonych źródeł. Operator systemu dystrybucyjnego musi przygotować infrastrukturę techniczną umożliwiającą odbiorcom dostęp do informacji o bieżącej konsumpcji energii elektrycznej oraz promować zachowania zwiększające efektywność zużycia energii elektrycznej. Zaangażowanie odbiorcy w programy zwiększające efektywność wykorzystania energii jest więc procesem zależnym od wypadkowej działań podejmowanych przez dostawców energii, organy rządowe i organizacje społeczne (rys. 4.3). Istotną rolę odgrywają w tym systemie także dostawcy sprzętu gospodarstwa domowego, radiowo-telewizyjnego, urządzeń grzewczych i chłodzących, jako że urządzenia te cechuje coraz wyższa efektywność energetyczna i możliwość automatycznego sterowania w odpowiedzi na wysyłane sygnały programu reakcji strony popytowej.



Rys. 4.3. Determinanty procesu angażowania odbiorcy w zarządzanie popytem na energię
Źródło: opracowanie własne

Rola inicjująca udział w konkretnych programach reakcji popytu należy do dostawcy energii. To w interesie dostawców energii, którzy chcą obniżyć popyt na energię w okresach szczytowych, leży przekonanie odbiorców o konieczności podjęcia i efektywności (dla obu stron) takich działań. Dotychczasowy model relacji dostawca–odbiorca musi ulec przeobrażeniu ze względu na zmianę roli, jaką odbiorca będzie pełnił w nowym rynku energii. Dostawcy energii oraz organy administracji rządowej są zobligowane dyrektywami UE do przeprowadzenia działań zmierzających do wzrostu zaangażowania odbiorców w problematykę zarządzania zużyciem energii. Docelowy rynek energii Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej przewiduje udział wielu różnych podmiotów, takich jak: wytwórcy energii z paliw tradycyjnych i OZE, odbiorcy, operatorzy handlowi, operatorzy pomiaru, agregatorzy, dostawcy innych usług (np.: doradztwo, usługi zarządzania inteligentnym domem/budynkiem, instalacja urządzeń, serwisowanie urządzeń i akumulatorów itp.). Obecnie inwestycje w zakresie Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych prowadzone są głównie przez dużych, od lat funkcjonujących na rynku, dostawców energii. Są to jednocześnie jednostki znane odbiorcy, a więc predysponowane do podjęcia inicjatyw aktywujących działania odbiorcy. Odbiorcy niemal instynktownie kierują swoje zapytania w zakresie efektywności energetycznej do swoich dostawców. Niemniej jednak na zmieniającym się rynku energii dostawcy będą musieli wypracować model budowania wzajemnych relacji opartych na zaufaniu [Grudzewski i in., 2009;

Krysztopik, Rudzewicz, 2011; Dryl, 2013] i zwiększaniu wiarygodności, tak by odbiorcy akceptowali proponowane przez nich rozwiązania i traktowali je jako szansę osiągnięcia własnych korzyści, a nie formę przerzucenia kosztów (w przeprowadzonych badaniach taką obawę wykazywała największa grupa respondentów).

Celem wprowadzenia zmian w przedsiębiorstwach zajmujących się sprzedażą energii jest zmiana relacji dostawca–odbiorca i przejście na model organizacji zorientowanej na klienta, w której pełni on rolę zasobu firmy [Doligalski, 2013] i jest traktowany w sposób spersonalizowany [Szwarc, 2010]. Model taki, wykorzystujący zasady marketingu partnerskiego [Urbaniak, 2003], jest podstawą jego zaangażowania i lojalności klienta [Wereda, 2009]. Badanie i zrozumienie zachowań odbiorców grupy gospodarstw domowych jest dla dotychczasowych dostawców energii zupełnie nowym procesem. Zmiana takiej relacji ma istotne znaczenie dla wprowadzenia mechanizmów, albowiem nie wystarczy przekonać odbiorcę do przystąpienia do określonego programu (sprzedaż usługi), ale należy zmotywować go do ciągłego, aktywnego działania w trakcie realizacji programu. Istotne jest więc silne wsparcie dostawcy w okresie trwania projektu pilotażowego (czy dalej stałej umowy), tak by odbiorca chętnie podejmował pożądane działania, a po zakończeniu umowy nowe zachowania stałyby się jego stałym nawykiem. Dotychczasowa relacja nie wymagała od dostawcy energii zbyt wielkiego wysiłku i zaangażowania w relacje z klientem. Odbiorcy zamieszkujący na określonym obszarze podpisywali zwykle umowę na dostawę energii, za którą otrzymywali, w okresach obliczeniowych, rachunki wyliczane na podstawie prognozy zużycia. Kontakt z odbiorcą ograniczał się więc do podpisania umowy, wyliczenia wysokości rachunku, zbierania danych z licznika oraz przygotowania kas i punktów obsługi klienta w siedzibach firmy. Odbiorca w tym układzie był postrzegany przedmiotowo, jako element zawieranej umowy. Aktywny udział odbiorcy w rynku energii wymusza na dostawcy zbieranie i gromadzenie dużej ilości danych i informacji, z których podstawowe są te, które pozwalają określić motywacje dla działań związanych z efektywnym zarządzaniem zużyciem energii.

Zrozumienie tego mechanizmu wymagać będzie od dostawcy znalezienia odpowiedzi na pytania, takie jak:

– Jak istotne jest dla odbiorcy zarządzanie zużyciem energii i jak istotne są technologie automatyzacji, systemy zarządzania energią oraz systemy zarządzania inteligentnym domem/budynkiem?
– Jak odbiorcy rozumieją optymalizację zużycia energii?
– Co wpływa na profil zużycia energii odbiorcy?
– Jakie typy programów DSR preferują odbiorcy, czy są gotowi zrezygnować z określonego komfortu, na rzecz obniżenia ponoszonych kosztów energii lub w związku z ochroną środowiska?

– Czy jest, a jeśli tak, to jaki jest związek między aktualnym stanem wiedzy odbiorcy a jego preferencjami w uczestnictwie w programach DSR?

– Jakie społeczne, kulturowe i behawioralne czynniki wpływają na decyzje odbiorcy i jakie mogą być wykorzystane do promocji i akceptacji programów reakcji strony popytowej i programów efektywności energetycznej?

Do znalezienia odpowiedzi na tak postawione pytania niezbędne będą działania związane z gromadzeniem danych o odbiorcy umożliwiających działania, takie jak: analiza posiadanych danych na temat odbiorcy (np. historia rachunku), przeprowadzenie badań ankietowych wśród odbiorców oraz zakup danych z innych dostępnych baz danych, jak również kolekcjonowanie danych z systemów pomiarowych zainstalowanych u odbiorców. Zgromadzone dane i przygotowane kwestionariusze badań powinny pozwolić na przeprowadzenie analiz pozwalających odpowiedzieć na powyższe pytania. Badania takie dostawca może wykonać sam lub zlecić jako usługę firmie zewnętrznej. Podstawę odpowiedniego tworzenia kierowania ofert do grup odbiorców, tak by spotkały się one z jak największym pozytywnym odbiorem, dając szansę na powodzenie oferowanych programów, będą stanowiły narzędzia analityczne. Powinny one pozwolić na zdefiniowanie grup odbiorców i znalezienie czynników decydujących o aktywacji ich działań. Wyznaczanie czynników motywacji działań odbiorców jest istotnym procesem prowadzącym do tworzenia zaangażowania odbiorcy w rynek energii. Dla wyznaczonych czynników należy zaprojektować proces monitorowana i określić metody wzmocnienia ich działania, tak by krąg zainteresowanych udziałem w programach reakcji strony popytowej odbiorców posiadał trend rosnący. Obecnie dostawcy nie dysponują narzędziami i systemami informatycznymi pozwalającymi na szeroką analizę danych i profilowanie odbiorców grupy gospodarstw domowych. Narzędzia te, cechujące się wysoką złożonością, muszą być zaprojektowane i stworzone zgodnie z wymaganiami dostawcy. Do narzędzi analitycznych dedykowane mogą być zarówno metody statystyczne, jak również metody sztucznej inteligencji, pozwalające na wykrycie związków między bodźcami i motywacjami a działaniami odbiorcy, innych niż statystyczne.

W systemie zorientowanym na odbiorcę system ofert dla poszczególnych usług i programów DSR będzie podstawowym elementem prowadzenia działalności i zawierania umowy między dostawcą, a odbiorcą/prosumentem. Przygotowanie ofert będzie wymagało stworzenia strategii sprzedaży, w tym określenia, jakiego typu usługi i programy będą oferowane, w jakim okresie i w jakich taryfach. Odbiorcy nie mają doświadczenia w dynamicznym reagowaniu na sygnały rynkowe. Wprowadzanie odbiorców w aktywne działania należy zacząć od prostych systemów, pozwalających odbiorcy na wykształcenie nowych zwyczajów związanych z nowym systemem zarządzania energią. Oferowane programy powinny być spójne nie tylko z ofertami programów efektywności ener-

getycznej dostawcy, ale też działaniami prowadzonymi w tym zakresie przez inne podmioty. Ponadto wybór ofert dla danej grupy docelowej powinien być ograniczony, aby ułatwić odbiorcy decyzję o wyborze konkretnej usługi lub programu. Docelowy system taryf RTP może okazać się zbyt skomplikowany dla niektórych odbiorców, należy więc przygotować oferty zamienne, korzystne zarówno dla odbiorcy, jak i dostawcy, a także wprowadzić ofertę dodatkową usług automatycznego sterowania urządzeniami odbiorcy.

Jak wykazano w części teoretycznej pracy, zwłaszcza informacja zwrotna o efektach działań jest jednym z kluczowych elementów decydujących o zaangażowaniu odbiorcy w zmianę zachowań związanych z wykorzystywaniem energii. Badania empiryczne wskazały na zainteresowanie odbiorców różnymi formami komunikacji. Formy i metody komunikacji muszą być zaprojektowane tak, by mogli z nich korzystać różni członkowie gospodarstwa domowego i by istniała możliwość korzystania z alternatywnych rozwiązań. Dostawca powinien określić strategie komunikacji z odbiorcami, określić jakie komunikaty, w jakiej formie i do których segmentów będą kierowane. Niezwykle istotne jest stworzenie odpowiednich grup w mediach społecznościowych, gdzie odbiorcy będą mogli wymieniać poglądy, uzyskiwać porady, wpływać na kształt ofert i aplikacji do programów reakcji strony popytowej. System komunikacji musi dodatkowo spełniać określone standardy potrzebne do szybkiej dwukierunkowej wymiany informacji dostawca–odbiorca, co w masowej skali relacji z klientem zapewnić może przyjęcie odpowiedniej strategii „technologii biznesowej" opartej na rozwiązaniach *cloud computing* [Lech i in., 2011] oraz automatycznym sterowaniu przez oprogramowanie [Augustyniak, 2013].

W rozdziale 2.3 wskazano istotną rolę, jaką w relacjach z odbiorcami energii pełni personel przedsiębiorstwa energetycznego. Kontakt odbiorcy z dostawcą odbywa się głównie przez pracowników: działu obsługi klienta, kas oraz działów wykonywania usług (np. monterów liczników). Istotny jest jak najszerszy kontakt z klientem, prowadzony nie tylko w biurach obsługi klienta, ale w każdym możliwym miejscu kontaktu odbiorcy z dostawcą. Pracownicy dostawcy energii, firmy będącej do niedawna monopolistą, są przyzwyczajeni do traktowania odbiorcy bardziej jak petenta niż partnera, a stosunek do klienta i typ osobowości pracownika może mieć wpływ na wykonywaną pracę [Kabalski, 2012]. Pożądane jest przygotowanie odpowiedniego systemu kompetencji pracowniczych stanowiącego określony model zdefiniowanych, kluczowych kompetencji organizacji [Czapla, 2011] oraz systemu szkoleń wyjaśniających nowy system kontaktów dostawca–odbiorca dla wszystkich pracowników dostawcy energii, tak by niezależnie od pełnionej funkcji mogli udzielać odbiorcom informacji i służyć wsparciem przy wyborze programów i ofert. Zmiana podejścia firmy do klienta może wymagać reorganizacji struktury oraz zmiany wzorców myślenia o odbiorcy, a co za tym idzie zmiany kultury organizacyjnej [Sikorski, 2006].

Proces angażowania odbiorców w aktywne działania na rynku energii to proces wieloletni, wymagający stworzenia odpowiedniej strategii oraz starannego zaplanowania i zintegrowania z innymi planami i działaniami przedsiębiorstwa. W zaproponowanym ujęciu procesu budowania zaangażowania odbiorców energii w działania związane z efektywnym wykorzystaniem energii, inicjowanym przez dostawcę energii, nie będą rozpatrywane szczegółowo plany tworzenia infrastruktury technicznej. Proponowany model angażowania odbiorcy w aktywne działania związane z zarządzaniem popytem na energię koncentruje się na następujących zagadnieniach:

– komunikacja dostawca–odbiorca/prosument,
– wyznaczenie czynników motywacyjnych odbiorcy/prosumenta do aktywnych działań,
– tworzenie ofert programów DSR,
– wyznaczenie docelowych grup odbiorców dla przygotowanych ofert,
– system edukacji i promocji wprowadzania nowych programów reakcji strony popytowej i programów efektywności energetycznej.

W modelu podkreślono znaczenie narzędzi informatyczno-komunikacyjnych dla rozwoju tego procesu. Ponadto uwzględniono fakt, że proces budowania zaangażowania odbiorcy w rozwiązania zarządzania popytem na energię wymaga zmiany dotychczasowego podejścia, gdzie klient był odbiorcą usługi, którą musiał nabyć w danym przedsiębiorstwie, na organizację zorientowaną na odbiorców, w której dla osiągnięcia oczekiwanych efektów niezbędne jest zbudowanie systemu relacji z odbiorcami. Proponowany model obejmuje następujące obszary działań:

1) Wprowadzenie zmian w organizacji mających na celu przygotowanie pracowników do nowego systemu podejścia do odbiorcy.

2) Przygotowanie nowego, szerokiego systemu komunikacji z odbiorcami, który, oprócz rozszerzenia kanałów komunikacji, pozwoli na badanie interakcji, w jakie będą wchodzić odbiorcy nie tylko z pracownikami dostawcy, ale też z innymi uczestnikami rynku.

3) Opracowanie programów pozwalających dostawcy na zrozumienie zachowań odbiorcy i motywacji wpływających na zmianę zwyczajów związanych z wykorzystywaniem energii. Jak wykazano w części badawczej pracy, działania i motywacje odbiorców mogą być zależne od uwarunkowań lokalnych.

4) Opracowanie harmonogramu rozwoju infrastruktury technicznej i ICT niezbędnej do aktywowania działań odbiorców.

5) Opracowanie narzędzi analitycznych pozwalających na stworzenie grup i segmentów odbiorców. Stworzenie segmentów jest podstawą bieżącego kierowania ofert do odbiorców oraz fundamentem przyszłej fluktuacji stworzonych grup.

6) Opracowanie systemu ofert adekwatnie do wyznaczonych segmentów oraz zachowań, zdolności i motywacji odbiorców energii.

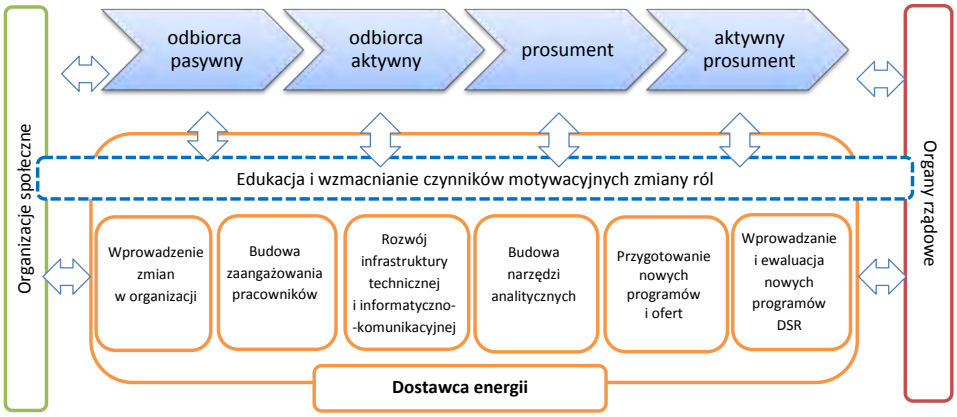
7) Opracowanie systemu wprowadzania i monitorowania działań prowadzonych programów, reagowania na zmiany w zachowaniach odbiorców, zwłaszcza na odchodzenie od programów reakcji strony popytowej i programów efektywności energetycznej oraz ewaluacji poszczególnych projektów.

8) Opracowanie systemu zachęcania odbiorców do pełnienia kolejnych ról na rynku energii poprzez prowadzenie działań wzmacniających czynniki przejścia do nowych ról oraz prowadzenie kampanii edukacyjnych i informacyjnych.

4.8. Model procesu angażowania odbiorcy w zarządzanie popytem na energię

Proces angażowania odbiorcy i zaproponowane w poprzednim punkcie działania dostawcy można wpisać w model zmian roli odbiorcy zaproponowany w rozdziale 3. Proces aktywowania działań odbiorcy powinien odbywać się jednocześnie poprzez wprowadzanie zmian wewnątrz organizacji oraz na zewnątrz, poprzez budowanie relacji z otoczeniem, a zwłaszcza poprzez włączanie odbiorcy we wprowadzany system zmian. W proponowanym ujęciu modelowym budowanie procesu angażowania odbiorcy polegać będzie na określeniu relacji z odbiorcą dla działań procesu zmierzającego do pełnego udziału odbiorcy w rynku energii. Relacje te zostaną rozpatrzone z punktu widzenia zmiany roli odbiorcy. Działania edukacyjno-promocyjne zostaną rozpatrzone zgodnie z wyznaczonymi w badaniu empirycznym czynnikami motywacyjnymi zmiany ról.

Ważną rolę w angażowaniu odbiorcy odgrywają działania zmierzające do zwiększenia wpływu odbiorców na typ i rodzaj proponowanych programów reakcji strony popytowej oraz proces tworzenia narzędzi informatyczno-komunikacyjnych, wspierających zarządzanie zużyciem energii. Elementem decydującym o zaangażowaniu odbiorcy jest również prawidłowy sposób przeprowadzenia procesu segmentacji oraz wyznaczenie grup pilotażowych i liderów promowania i wdrażania nowych projektów. Działania dostawcy energii zmierzające do zaangażowania odbiorców powinny być prowadzone we współpracy z organizacjami społecznymi, zwłaszcza tymi, które na danym obszarze posiadają wysoki poziom zaufania mieszkańców oraz z organami rządowymi, koordynującymi rozwiązania w zakresie efektywności energetycznej na poziomie kraju i regionu. Proponowany model, w którym zaznaczono relacje dostawcy z odbiorcami i z wybranymi podmiotami otoczenia, zaprezentowano na rysunku 4.4.



Legenda:

Relacja

Rys. 4.4. Model procesu angażowania odbiorcy w zarządzanie popytem na energię inicjowany przez dostawcę
Źródło: opracowanie własne

Poszczególne działania i interakcje z odbiorcą w modelu można scharakteryzować zgodnie z rolami, jakie odbiorca może pełnić na rynku energii. Charakterystyki te zostaną przedstawione w kolejnych podrozdziałach.

4.8.1. Model procesu angażowania odbiorcy w zarządzanie popytem na energię dla zmiany roli z pasywnego w aktywnego odbiorcę

W przypadku zmiany roli z pasywnego w aktywnego odbiorcę poszczególne etapy procesu angażowania odbiorcy można scharakteryzować następująco:

Wprowadzanie zmian w organizacji – zmiana relacji dostawca–odbiorca w początkowym okresie wymaga większego zaangażowania dostawcy jako strony przygotowującej odpowiednie programy zarządzania popytem. Po stronie dostawcy pożądane będą zmiany organizacyjne zmierzające do przekształcenia organizacji z obecnego typu przedsiębiorstwa z niewielkim tradycyjnym systemem komunikacji z odbiorcą, do organizacji, w której klient stanowi jeden z podstawowych elementów procesu biznesowego. Na etapie planowania elementem inicjującym zaangażowanie odbiorcy może być system zbierania opinii o oczekiwanych preferowanych kierunkach zmian. Na etapie wprowadzania zmian istotne będą badania, jak odbiorcy oceniają wprowadzane zmiany i jak ich opinie zostały uwzględnione.

Relacja z odbiorcą – w celu zasygnalizowania odbiorcom chęci przekształcenia dotychczasowych relacji, wprowadzane zmiany mogą podlegać konsultacji z odbiorcą. Dostawca może przygotować odpowiednią informację o wprowadzanych zmianach z prośbą o opinię i dołączać ją do rachunku za energię. Pozytywnie odebrane przez odbiorców może być przygotowanie odpowiednich punktów i prowadzenie badań ankietowych w punktach obsługi odbiorców (dla odbiorców preferujących tradycyjny kontakt), a także przygotowanie odpowiednich elektronicznych kwestionariuszy oraz dedykowanych linii telefonicznych, za pomocą których odbiorcy mogą wyrażać opinie i preferencje w zakresie struktur i form przyszłej obsługi. Korzystnie jest, aby badania takie prowadziły jednostki dostawcy energii lub organizacje z nim kojarzone, w celu wytworzenia pozytywnego wizerunku organizacji wśród odbiorców.

Budowa zaangażowania pracowników – zmiana dotychczasowego sposobu współpracy z odbiorcą oznacza konieczność zbudowania zaangażowania pracowników dostawcy energii, zwłaszcza w proces kształtowania nowych relacji z odbiorcą. W tym przypadku istotne będzie przekonanie pracowników do radyklanej zmiany i nowej wizji [Beer i in., 2012] w postrzeganiu relacji z odbiorcą, eliminowanie przyczyn niechęci [Kegan, Laskow Lahey, 2012], znalezienie czynników motywujących pracowników do zaangażowania w nowy sposób działania oraz utrwalanie pożądanych zmian postaw pracowników. Oprócz stworzenia planu zmian i planu szkoleń wszystkich pracowników organizacji, w tej fazie procesu istotna jest budowa systemu ocen i miar satysfakcji odbiorców z relacji, w jakie wchodzą z pracownikami dostawcy energii [Nieżurawski i in., 2010]. Należy zwrócić uwagę na fakt, że jest to faza, w której następuje równoległe budowanie procesu zaangażowania odbiorcy i pracowników dostawcy w procesy zmian na rynku energii.

Relacja z odbiorcą – podobnie jak w poprzedniej fazie, komunikacja z odbiorcą powinna dotyczyć badania oczekiwań odbiorców w tym zakresie. Odbiorcy energii w dotychczasowych procesach obsługi nie mieli możliwości wyrażania swoich opinii, stworzenie narzędzia oceny satysfakcji z obsługi może w odbiorcach wywołać efekt zaangażowania i współpracy w zakresie rozwiązań sterowania popytem na energię.

Rozwój infrastruktury technicznej i informatyczno-komunikacyjnej – jak zaznaczono we wstępie rozprawy, system planowania rozwoju infrastruktury technicznej i wdrażania nie jest szczegółowo rozważany. Z punktu widzenia aktywowania działań odbiorcy istotne jest jednak przekazywanie informacji o planowanym harmonogramie prac wdrożeniowych, a zwłaszcza instalacji urządzeń u odbiorcy oraz koordynowanie tych prac z kampaniami edukacyjno-informacyjnymi wprowadzanych programów reakcji strony popytowej. Projekty wprowadzania infrastruktury technicznej, zwłaszcza instalowanej w obrębie gospodarstwa domowego, powinny być prowadzone jako projekty zorientowane

na odbiorcę, gdyż akceptacja odbiorcy jest czynnikiem decydującym o efektywnym wykorzystaniu nowych rozwiązań. Jeżeli instalacja urządzeń pomiarowych jest prowadzona na zasadzie dobrowolności, to istotne jest przygotowanie systemu rejestracji dla procesu rekrutacji i problemów zgłaszanych w tym zakresie przez odbiorców. Jak wykazały prowadzone badania, potrzeby informacyjne i komunikacyjne odbiorców dla prowadzenia aktywnych działań w zakresie efektywnego wykorzytywania energii są szerokie i zróżnicowane. Planowanie rozwoju rozwiązań informatyczno-komunikacyjnych w obszarze początkowej aktywacji odbiorcy powinno być podporządkowane przyjętej w danej organizacji strategii komunikacji z odbiorcą. Rozwiązania te dla odbiorców energii w gospodarstwach domowych dotyczą następujących podstawowych obszarów:

- uzyskania informacji zwrotnej o efektach podejmowanych działań,
- możliwości obejrzenia oferty dostawcy i zmiany usług programu DSR,
- możliwości uzyskania porady w zakresie wyboru programu DSR.

Przyjęcie strategii komunikacji z odbiorcą ma istotne znaczenie dla stworzenia kanałów i platformy komunikacji z odbiorcą. Na etapie planowania systemu komunikacji należy brać pod uwagę wszystkie preferowane formy kontaktów, umożliwiając tym samym różnym grupom odbiorców nawiązanie kontaktu i dotarcie do pożądanej informacji. Istotne jest wprowadzenie jak najwcześniej chociaż minimalnej informacji zwrotnej (niekoniecznie w trybie on-line). Zanim nastąpi pełne wdrożenie systemu informatyczno-komunikacyjnego, informacja ta może być udostępniania w sposób pośredni, np. na aktualnym portalu dostawcy lub z wykorzystaniem innych portali. Dostawca może udostępniać funkcjonalność pozwalającą odbiorcy na wstępne określenie własnego profilu zużycia energii, na podstawie posiadanych danych i badania ankietowego. Jest także etap, w którym należy zaplanować formy komunikacji i zaprojektować sposoby udostępniania informacji oraz zawartości poszczególnych komunikatów. Zawartość komunikatów ma bardzo istotne znaczenie dla podjęcia działania. Odbiorcy mogą reagować zarówno na bodźce w postaci komunikatów typu, ile mogą zyskać, jak również na komunikaty, ile tracą, nie podejmując działania. Jak wykazano w badaniach empirycznych, dla odbiorcy w przypadku wymiany informacji istotna jest kwestia bezpieczeństwa i ochrony przesyłanych danych, należy więc wprowadzić jasne i klarowne zasady polityki bezpieczeństwa. Głównymi użytkownikami systemu komunikacji będą odbiorcy. System ten będzie zmieniał się wraz z rozwojem technologii, jej adaptowaniem przez odbiorów, jak również wraz ze zmianą umiejętności odbiorców, posiadaną przez nich wiedzą i preferencjami, należy więc rozważyć stworzenie systemu zarządzania wymaganiami odbiorców. Z analizy przeprowadzonych badań empirycznych wynika, że odbiorcy przed zakupem sprzętu lub usług chętnie zasięgają opinii u znajomych, na portalach internetowych lub proszą o opinię sprzedawcę, można więc wnioskować o konieczności stworzenia systemu usług doradczych dla

odbiorców. Usługi takie mogą być prowadzone przez dostawcę zarówno w formie bezpłatnej (np. poprzez udostępnienie na portalu dostawcy systemu tzw. „dobrych rad", możliwości porównania parametrów produktów lub usług, systemu rekomendacji klientów), jak i w formie płatnej, np. w postaci usług projektowania automatyki dla domu. Dla projektowanego systemu zarządzania zużyciem energii ważne jest rejestrowanie, jakich informacji poszukują odbiorcy i jakimi cechami można tych odbiorców charakteryzować.

Z punktu widzenia bieżącego zarządzania zużyciem energii w gospodarstwie domowym dużą rolę odgrywa Infrastruktura Sieci Domowej (ISD) i platformy zarządzania zużyciem energii. Odbiorcy będą mogli kontrolować zużycie energii i odbierać sygnały programów DSR poprzez:

- inteligentne liczniki,
- specjalne urządzenia, tzw. domowe panele sterujące,
- termostaty i inne urządzenia włączane między urządzenie pobierające energię a sieć,
- aplikacje dostępne poprzez sieć Internet na komputerach domowych i urządzeniach mobilnych.

W Polsce koncepcja modelu rynku opomiarowania zakłada powstanie nowego podmiotu pełniącego rolę centrum wymiany danych pomiędzy podmiotami rynku energii w zakresie pomiarów, tzw. Niezależnego Operatora Pomiarów, co oznacza konieczność koordynacji rozwiązań systemów dostawcy energii z systemami pomiarowymi. Ponadto Systemy ISD mogą być oferowane przez różnych dostawców aplikacji i rozwiązań. Dla systemów dostawcy energii istotna jest integracja tych aplikacji z posiadanymi systemami, zwłaszcza systemami typu SCADA[17] i systemami bilingowymi. Integracja rozwiązań powinna być zgodna z przyjętymi określonymi zasadami zapewnienia oczekiwanej interoperacyjności, wykorzystania standardów i oferowania określonych funkcjonalności[18]. Szczególne znaczenie dla odbiorcy ma system bilingowy, w którym powinny znaleźć odzwierciedlenie wszystkie efekty działań odbiorcy, w tym jasne wyliczenie wartości końcowej rachunku. Część odbiorców, niezainteresowana stałym kontrolowaniem i podejmowaniem decyzji o wykorzystaniu zasilania, będzie delegowała te uprawnienia innym podmiotom rynku energii lub też wykorzystywała dostępne opcje automatyzacji.

Relacja z odbiorcą – w tym etapie niezbędna jest szeroka komunikacja z odbiorcami w zakresie preferowanych form, metod i narzędzi komunikacji. Komunikacja może dotyczyć wszystkich potencjalnych odbiorców, ale powinna być kie-

---

[17] SCADA – *Supervisory Control And Data Acquisition* – specjalizowane systemy zdalnego nadzoru i sterowania elementami sieci elektroenergetycznej, rejestrujące dane pomiarowe pochodzące z oddalonych względem siebie obiektów oraz pozwalające na pełną zdalną kontrolę.

[18] W Polsce regulacje te są obecnie dostępne w dwóch dokumentach tzw. Stanowiskach Prezesa URE [URE, 2011; 2013].

rowana przede wszystkim do tych, dla których w wyniku przeprowadzonego badania wyznaczone czynniki zmiany roli wykazują wysokie znaczenie (w przeprowadzonym badaniu czynniki te określono jako: zainteresowanie poborem energii, zainteresowanie nowymi technologiami, jak również pozytywne postrzeganie potencjalnych korzyści z wprowadzenia rozwiązań ISE). Badanie opinii użytkowników w zakresie prezentowanych rozwiązań jest jednym z podstawowych elementów decydujących o przyjęciu lub odrzuceniu narzędzi wspomagających zarządzanie zużyciem energii. Przeprowadzone badania wykazały duże znaczenie dla odbiorców prostoty obsługi i zdalnej możliwości dostępu. Zbyt skomplikowany interfejs, długi proces dostępu do danych lub niejasny sposób prezentacji mogą stać się przyczyną porzucania udziału w programach reakcji strony popytowej. Sposób prezentacji wyników programu, w którym odbiorca bierze udział, powinien wyraźnie podkreślać korzyści, jakie on sam zyskuje. Opinia użytkowników powinna być kluczowym elementem decydującym o kształcie przyjętych rozwiązań, nawet jeśli rozwiązania będą pozwalały na używanie alternatywnych dróg komunikacji i dopasowywanie interfejsu do potrzeb indywidualnego użytkownika. Uwzględnianie preferencji odbiorcy staje się elementem wiążącym go z dostawcą i sprawia, że odbiorcy czują się w jakimś sensie autorami przyjętego rozwiązania i mogą stać się jednocześnie jego promotorami w lokalnych środowiskach. Odbiorca, mając wpływ na efekt końcowy aplikacji, staje się niejako prosumentem w procesie jego wytwarzania.

W tym przypadku model konceptualny wykorzystania technologii informatycznych do wspomagania presumpcji, zaproponowany przez E. Ziembę [Ziemba, 2011; Ziemba, 2012; Ziemba, 2013], i zawierający moduły gromadzenia wiedzy „o" klientach, „od" klientów i „dla" klientów powinien zostać rozszerzony o moduł gromadzący czynniki motywacyjne dla działań odbiorcy. Proces wprowadzania rozwiązań ISE w zakresie aktywacji będzie procesem wieloletnim. W tym czasie tworzyć gospodarstwa domowe będą ludzie obecnie młodzi, dla których w większości rozwój metod komunikacji z wykorzystaniem narzędzi informatyczno-komunikacyjnych i dzielenie się wiedzą są powszechne. Preferencje tej grupy stanowić mogą istotne sugestie dla twórców systemów komunikacji i zarządzania zużyciem energii. Konkurencja na rynku energii spowoduje, że odbiorcy będą zainteresowani ofertą nowych programów taryfowych i programów reakcji strony popytowej. Jak wykazały przeprowadzone badania empiryczne, przed zakupem nowego sprzętu gospodarstwa domowego większość respondentów zasięga opinii wśród znajomych lub na portalach internetowych. Umieszczanie na stronach dostawcy porad w zakresie sprzętu, profesjonalnych ocen i benchmarków może stać się początkiem budowania więzi odbiorcy z portalem jako źródłem wiarygodnej informacji. Przy rozwoju programów taryf i ofert programów reakcji strony popytowej portal taki stać się może głównym źródłem informacji dla odbiorcy, a odpowiednia prezentacja ofert może być bodźcem aktywacji działań.

Budowa narzędzi analitycznych – jak wskazano w części teoretycznej pracy i w badaniach empirycznych, analiza i zrozumienie zachowań odbiorców grupy gospodarstw domowych wymaga od dostawcy zbierania i kolekcjonowania dużej liczby danych i informacji, na podstawie których możliwe jest określenie czynników motywacji dla działań związanych z zarządzaniem zużyciem energii i budowanie profili odbiorców. Narzędzia analityczne oprócz tworzenia segmentów odbiorców powinny umożliwiać tworzenie profili odbiorców oraz wyznaczanie grup docelowych dla ofert przygotowywanych programów, a także wyznaczanie preferencji w zakresie nowych oczekiwanych usług. Jest to jeden z najistotniejszych elementów tworzenia nowego systemu podejścia do klienta. Dane o odbiorcy są podstawowym elementem przetwarzania dla tego procesu, a ich zakres i dostępność decyduje o jakości otrzymanych analiz i efektywności wprowadzanych ofert. Istotna jest identyfikacja potencjalnych źródeł i metod pozyskiwania z nich danych. Podstawowe źródła, jakie powinien rozważyć dostawca to:

- przede wszystkim sam odbiorca – pozyskanie danych może nastąpić poprzez system badań kwestionariuszowych badający motywacje i oczekiwania odbiorców. Odbiorca może również udostępnić informacje o posiadanych urządzeniach, jakie będą wykorzystywane w programach DSR,
- informacje pozyskiwane dzięki śledzeniu, czego odbiorca poszukuje na portalu dostawcy lub na jakie pytania szuka odpowiedzi w biurach obsługi odbiorcy,
- dane z posiadanych dotychczasowych systemów informatycznych oraz informacyjnych (systemu bilingowego, systemów z biur obsługi odbiorcy, systemów rejestracji umów, systemów ewidencji reklamacji),
- dane z systemów pomiarowych i inteligentnych liczników,
- zakup baz danych dostępnych na rynku.

Narzędzia analityczne pozwolą również na wyznaczanie i monitorowanie zmian czynników motywujących zmianę roli odbiorcy. Wyznaczenie tych czynników zaproponowano w badaniu empirycznym. Prowadzenie działań wzmacniających ich działanie, na przykład tak jak zaproponowano w części A tabeli 4.54, może przyczynić się do tworzenia i podniesienia stanu zaangażowania odbiorcy w programy reakcji strony popytowej. Z punktu widzenia monitorowania zaangażowania odbiorcy, istotne jest, aby system rejestrował dane związane z przystąpieniem odbiorcy do konkretnego programu DSR lub usługi oferowanej przez dostawcę, takie jak:

- okres przystąpienia do programu,
- motywacje,
- reakcje odbiorcy i efekty działań na wysyłane sygnały (finansowe, ograniczania zużycia energii, ograniczenia emisji CO_2),
- przyczyny zakończenia udziału w programie czy zaprzestania korzystania z usługi.

System ten powinien pełnić u dostawcy rolę systemu CRM dla odbiorcy gospodarstwa domowego, gromadząc wszelkie dostępne dane nie tylko o kliencie, ale i czynnikach zewnętrznych, motywujących go do działania.
Relacja z odbiorcą – obecnie dostawcy posiadają bardzo ograniczoną wiedzę o odbiorcy. Pozyskanie danych jest kluczowym elementem działania dla programów analitycznych, segmentacji odbiorców i kierowania ofert. W tym etapie komunikacja z odbiorcą polega więc na pozyskiwaniu od odbiorcy wszelkich możliwych danych oraz zezwoleń na ich przetwarzanie.

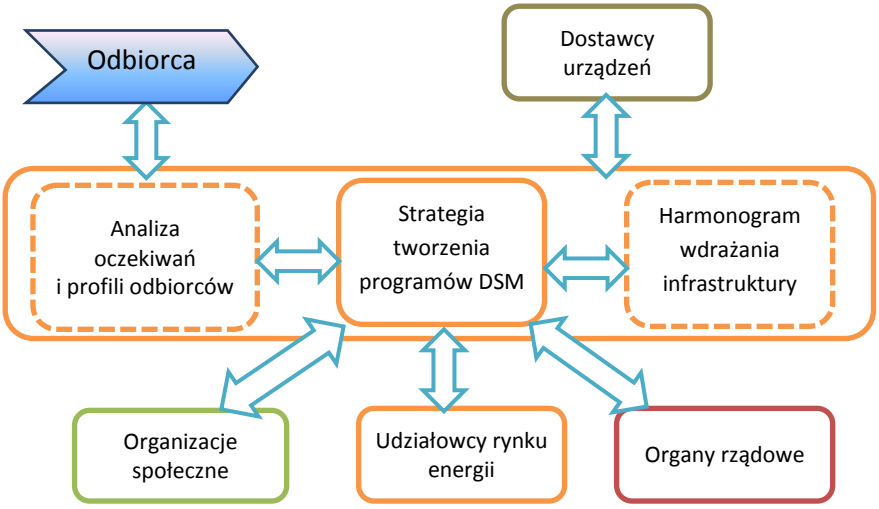
Bez względu na zasób posiadanych i zbieranych danych, odbiorca powinien otrzymać informacje od dostawcy o tym, jakie dane posiada dostawca, jakie zamierza gromadzić, jakie przetwarzać, w jakiej postaci i w jakim zakresie udostępniać. Transparentność systemu gromadzenia danych i możliwość podejmowania decyzji, zwłaszcza w zakresie udostępniania gromadzonych danych, zwiększy poziom zaufania do dostawcy, brak poszanowania i komunikacji z odbiorcą w tym obszarze może skutkować jego utratą i odejściem od programów.

Przygotowanie nowych programów i ofert programów reakcji strony popytowej – obecne programy taryfowe dla odbiorców gospodarstw domowych nie są zróżnicowane. Jak wykazały wyniki przeprowadzonych badań, odbiorcy obawiają się, że wprowadzenie nowych rozwiązań przyniesie większe korzyści dostawcom, a przeniesienie kosztów nie będzie równomierne, obciążające głównie stronę popytową. Dodatkowo, doświadczenia wynikające z przeprowadzonego badania wskazują, że zrozumienie różnic w nowych systemach taryf nie jest dla odbiorców proste. Istotne jest **zbudowanie strategii wprowadzania programów reakcji strony popytowej**. Podobnie jak czynniki motywujące odbiorcę, strategie tworzenia programów DSR zależne będą od warunków, w jakich działa organizacja, tworzone będą w skomplikowanym otoczeniu politycznym, ekonomicznym oraz społeczno-kulturalnym. Dodatkowo, jak wskazano w rozdziale 3.8, programy reakcji strony popytowej powinny współdziałać z implementowanymi na konkretnych obszarach programami z obszaru promowania efektywności energetycznej w celu wzmacniania działań synergii i unikania konfliktów. Tworzenie strategii wprowadzania programów DSR wymaga zarówno ścisłej komunikacji i współpracy z organizacjami społecznymi i organami rządowymi, jak również koordynacji z planami implementacji infrastruktury technicznej, warunkującej wprowadzanie określonych programów taryfowych.

Przygotowanie programów rozwoju infrastruktury i programów nowych ofert będzie wymagało od dostawcy współpracy z jednostkami wewnętrznymi i zewnętrznymi (rys. 4.5), a w szczególności:

- koordynacji działań z organizacjami społecznymi i organami rządowymi,
- śledzenia działań innych uczestników rynku energii,
- badania ofert producentów urządzeń, które mogą podlegać sterowaniu,
- badania opinii i monitorowania preferencji odbiorcy,
- koordynacji działań z planem wprowadzania infrastruktury technicznej.

Jak wykazano w badaniach empirycznych, odbiorcy chętnie będą brali udział w programach reakcji strony popytowej, jeśli udział ten będzie wiązał się z dodatkowymi korzyściami. Przygotowana strategia powinna więc zawierać, oprócz kolejności i metod wprowadzania nowych programów, także system programów lojalnościowych, zachęcających go do udziału w programach DSR i wiążących odbiorcę z dostawcą.

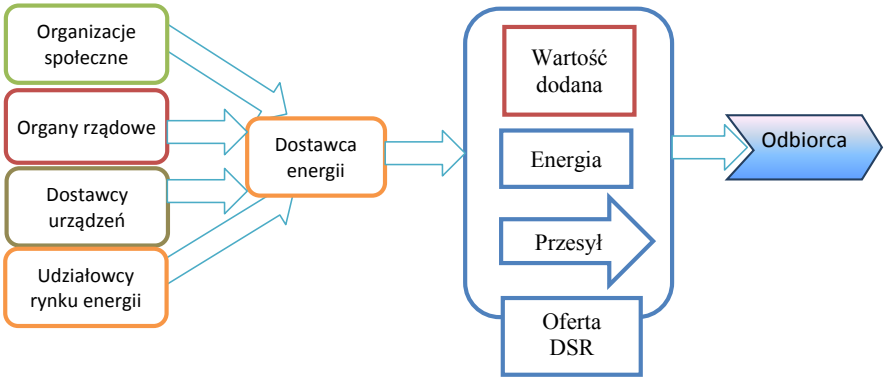


Rys. 4.5. Interakcja dostawcy z jednostkami zewnętrznymi i wewnętrznymi w procesie strategii tworzenia programów DSR
Źródło: opracowanie własne

Należy jeszcze raz podkreślić, że to dostawcom energii zależy na tym, by odbiorcy brali udział w programach reakcji strony popytowej. Programy te zakładają docelowo w większej części sterowanie automatyczne urządzeniami, które, ze względu na wbudowane komponenty inteligentne, będą droższe niż urządzenia tradycyjne, a dodatkowo, będą włączane/wyłączane w terminach optymalnych dla programu, a nie wtedy, gdy chce tego odbiorca (aczkolwiek odbiorca może ustalić priorytety i preferencje pracy takich urządzeń). Kluczowe w tworzeniu programu DSR jest więc znalezienie takich korzyści, które klient zaakceptuje. Jeśli klienci nie będą widzieli korzyści, nie będą kupować inteligentnego sprzętu, a tym samym dostawcy nie będą chcieli ponosić ryzyka w inwestycje w taki sprzęt, bo rynek zbytu nie będzie duży.

Na rynku dóbr i usług wrażliwość konsumenta na zmianę ceny jest badana poprzez wskaźniki elastyczności cenowej popytu. W docelowym rozwiązaniu ceny będą kształtowane w czasie rzeczywistym na rynku energii. Odbiorca tradycyjnie nabywa od dostawcy energię oraz usługę jej przesyłu. Aby zaintereso-

wać odbiorcę programami reakcji strony popytowej, należy przygotować w programie DSR wartość dodaną, atrakcyjną dla odbiorcy, motywującą go do podejmowania działań. Wartością dodaną dla grupy odbiorców o niskich dochodach może być sama możliwość zaoszczędzenia lub uzyskania rabatu. W początkowym okresie wartością dodatkową może być sama możliwość kontroli zużycia energii. Wartość dodatkową dostawca może oferować wraz z innymi podmiotami (rys. 4.6). Wartość dodana może mieć różny charakter, od finansowych, po nagrody rzeczowe czy kupony na zniżkowe zakupy w sklepach, centrach rozrywki, dotacje na rzecz fundacji i stowarzyszeń itp. Dobór wartości dodatkowej może być uzależniony od segmentu odbiorców, w którym uwzględniono styl życia i preferowane wartości odbiorcy [Wójcik, 2004].



Rys. 4.6. Produkt dla odbiorcy w programie DSR
Źródło: opracowanie własne

W przypadku gdy zaufanie odbiorców do dostawcy energii nie jest wysokie, oferta i agregacja działań sygnałów DSR od odbiorców może być prowadzona nie bezpośrednio przez dostawcę, ale przez pośrednika w postaci firmy, do której odbiorca ma zaufanie (np. sieci lokalnych sklepów), i który, gromadząc dużą liczbę zainteresowanych odbiorców, może dla nich negocjować lepsze warunki handlowe. Odbiorca mógłby otrzymywać urządzenie w wybranym przez siebie miejscu (np. sklepie czy na stacji benzynowej), podłączać do infrastruktury sieci domowej i rejestrować w odpowiednim programie DSR poprzez stronę internetową lub urządzenie mobilne. Każdorazowe używanie urządzenia rejestrowałoby odpowiednie punkty wymienne na zakupy w miejscu nabycia urządzenia [England, 2013].

Aby rozwiać obawy odbiorców przed nierównomiernym podziałem kosztów wprowadzania nowych rozwiązań ISE, istnieje konieczność stworzenia modeli kalkulacji kosztów dla kształtowania taryf i programów DSR korzystnych zarówno dla dostawcy, jak i dla odbiorcy oraz metod ich prezentacji odbiorcom.

Relacje z organizacjami społecznymi, dostawcami urządzeń i innymi udziałowcami rynku energii oraz organami rządowymi – przy pełnej liberalizacji rynku decydujące o systemach taryf będą głównie czynniki ekonomiczne. W rynku regulowanym, jaki obecnie występuje w Polsce dla odbiorców z grupy gospodarstw domowych (zatwierdzanie taryf przez Prezesa URE), zyski dostawcy zależą od polityki i regulacji prowadzonej przez Państwo. Dla dostawcy bardzo ważna jest analiza, które z działań i regulacji można wykorzystać w systemie tworzenia ofert programów reakcji strony popytowej. Szczególnie istotne są rozwiązania pozwalające na obniżenie kosztów w postaci dofinansowania bezpośredniego infrastruktury zarówno po stronie dostawcy, jak i odbiorcy lub zwolnień podatkowych, równie ważne jest zidentyfikowanie barier hamujących takie działania. Analiza działań i programów z obszaru promowania efektywności energetycznej prowadzonych przez inne instytucje, np. stowarzyszenia, również może wykazać dostępność określonych instrumentów finansowych wpływających na kształtowanie wprowadzanych taryf oraz decydować o wyborze stosowanych bodźców, zwłaszcza w początkowym okresie wprowadzania rozwiązań zmierzających do kształtowania zwyczajów odbiorcy w zakresie zarządzania energią. Oferta programów DSR i poprawy efektywności energetycznej może być łączona, a ich koordynacja może być prowadzona nie tylko przez dostawcę, ale przez nowych udziałowców rynku energii. Dostawca może łączyć oferty programów DSR z promocyjną sprzedażą urządzeń, którymi można sterować, nawiązując w tym celu współpracę ze dystrybutorami lub producentami odpowiednich urządzeń.

Odbiorca ma prawo wyboru dostawcy energii, stąd przy tworzeniu programów dostawca będzie musiał prowadzić ciągły proces analizy oferty konkurencji w danym rejonie obowiązywania oraz wprowadzania nowych taryf. System taryf jest elementem modelu biznesowego dla dostawcy energii i określa, w jaki sposób osiągane będą zyski. Odbiorca ponosi koszty nie tylko za wykorzystaną energię, ale też za jej dostarczenie, tak więc tworzenie systemów nowych taryf oraz programów reakcji strony popytowej powinno być także wspierane przez operatorów systemów przesyłowych i dystrybucyjnych poprzez odpowiednie zróżnicowanie taryf usług przesyłowych i dystrybucyjnych. Istotne jest również, aby przyjęty system taryf uwzględniał zarówno mniejsze koszty zakupu energii w okresach szczytowych, jak i koszty udziału odbiorców w programach DSR. Przyjęty system taryf powinien być skonstruowany tak, by odbiorca, podejmując odpowiednie działania, miał możliwość osiągnięcia określonych efektów.

Relacja z odbiorcą – dla dostawcy podstawową rolę w tworzeniu ofert dla odbiorców pełnią planowane efekty finansowe. Jak wykazało badanie empiryczne, czynniki decydujące o motywacjach odbiorców to nie tylko czynniki finansowe, ale również społeczne, kulturowe i osobowościowe. Wyróżnienie czynników motywacyjnych pozwala na dopasowanie planowanych taryf do określo-

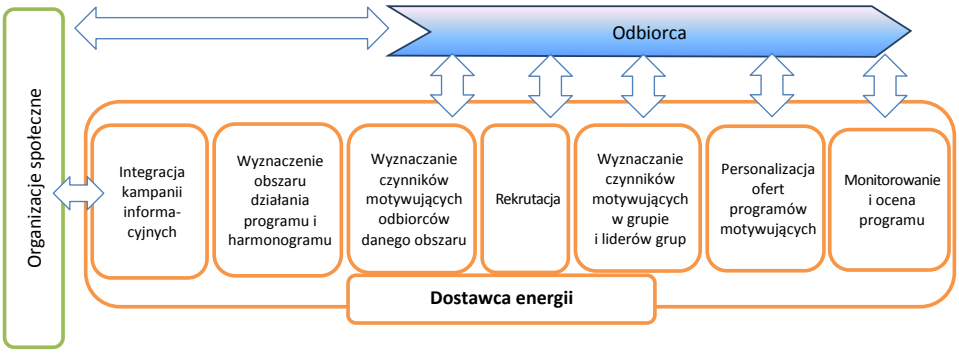
nych segmentów odbiorców i korelację ich z kampanią marketingową oraz informacją zwrotną, jaką odbiorca otrzymuje w efekcie podejmowanych działań (np. odbiorcy skłonni zapłacić więcej za energię „zieloną", a więc kampania reklamowa skierowana do tych grup powinna podkreślać znaczenie działań odbiorcy dla środowiska, a system komunikacji i wyświetlania dla tych odbiorców pokazywać głównie korzyści dla otoczenia, wynikające z podjętych działań odbiorcy). System tworzenia ofert programów taryfowych powinien być poprzedzony analizą działania potencjalnych bodźców i preferencji odbiorców w zakresie programów DSR. W ślad za wynikami analiz przeprowadzonego badania literaturowego i empirycznego proponuje się stopniowe wprowadzanie ofert dostępnych dla odbiorców, od prostych do wielowariantowych. Obecnie większość odbiorców z grupy gospodarstw domowych posiada umowę na dostarczanie energii w systemie jednotaryfowym, niewielka liczba odbiorców posiada możliwość korzystania z dwóch taryf, tzw. dziennej i nocnej. Przygotowanie nowych ofert aktywujących odbiorcę może rozpocząć się od wprowadzenia systemu taryf wielostrefowych zależnych od pory dnia i roku, w których należy ustalić sezony i godziny obowiązywania określonych cen. Zróżnicowanie taryf powinno być na tyle wysokie, by odbiorca chciał przesunąć okres korzystania z urządzeń na okres obowiązywania tańszej taryfy, a jednocześnie liczba przyjętych stref w ciągu dnia, nie może być zbyt duża, tak by odbiorca miał możliwość korzystania z urządzeń o dłuższym cyklu pracy w czasie obowiązywania jednej taryfy. Odbiorcom najtrudniej będzie przystosować się do systemu taryf czasu rzeczywistego jako systemu najbardziej dynamicznie zmieniających się cen. Aby uniknąć odchodzenia od programów tego typu, powinny być one oferowane wraz z aplikacjami i systemami automatyki pozwalającymi na automatyczne sterowanie procesem załączania urządzeń. Aplikacje te mogą być oferowane bezpośrednio przez dostawcę lub w porozumieniu z partnerami biznesowymi.

Wprowadzanie i ewaluacja nowych programów DSR – proces wprowadzania nowych rozwiązań powinien być powiązany z przyjętą strategią wprowadzania nowych programów. Jak wykazano w części teoretycznej i empirycznej, wiedza i świadomość odbiorców w zakresie rozwiązań Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych nie jest wysoka. W celu oceny efektywności przyjętych rozwiązań nowe programy aktywacji popytu i nowe rozwiązania infrastrukturalne wprowadza się w postaci projektów pilotażowych dla niewielkich grup odbiorców. Prowadzenie projektów pilotażowych wiąże się z trzema głównymi procesami. Pierwszy dotyczy prowadzenia kampanii informacyjnej, drugi rekrutacji do programów (zwłaszcza w przypadku, gdy w projekcie zdecydowano o dobrowolności przystąpienia), trzeci jest związany z systemem ewaluacji wprowadzonego rozwiązania. Projekty pilotażowe pełnią bardzo istotną rolę w angażowaniu odbiorcy w działania związane ze zmianą zachowań dotyczących korzystania z energii. Ich ocena i opinie wyrażane przez udziałowców pro-

jektów mogą mieć kluczowe znaczenie dla dalszego, komercyjnego wprowadzania ofert na rynek. Dostawca energii, prowadząc projekt pilotażowy, może zadecydować, czy jest on wprowadzany na określonym obszarze, czy mają brać w nim udział wszyscy odbiorcy, czy też przystąpienie do projektu jest dobrowolne. Dobrowolne przystępowanie do programów wiąże się z przeprowadzeniem systemu rekrutacji połączonego z kampanią informacyjno-edukacyjną. Programy z kampaniami edukacyjnymi mają znacznie większą efektywność i mniejszy odsetek opuszczających program. Kampania informacyjna powinna być powiązana z konkretnym projektem. Istotne jest ustalenie optymalnego momentu rozpoczęcia kampanii informacyjnych oraz określenie form i zakresu kampanii informacyjnych dla konkretnego programu. Kampanie informacyjne należy rozpocząć z wyprzedzeniem (np. 2–3 miesięcy) przed planowanym rozpoczęciem działań w obszarze lokalnych odbiorców, tak by odbiorca miał czas na poznanie tematu i znalezienie odpowiedzi na nurtujące go pytania. Rodzaj i sposób przeprowadzenia kampanii informacyjnej może zdecydować o poziomie zaangażowania odbiorców. Wskazane jest prowadzenie kampanii we współpracy z organizacją społeczną lub instytucją naukową, do której odbiorcy w danym rejonie mają wysokie zaufanie. W przypadku programów, w których wykorzystywane jest dofinansowanie, dostawca może wprowadzać programy sygnowane lub sponsorowane przez inne jednostki, zwłaszcza te, które preferują odbiorcy. Prowadzone kampanie powinny koncentrować się wokół korzyści dla klienta osiągalnych w krótkim horyzoncie czasowym. Jak wykazano w badaniach empirycznych, czynniki motywujące odbiorców w lokalnych środowiskach mogą być różne. Różnice w wynikach badań prowadzonych regionalnie z wynikami badań światowych wskazują, jak istotne jest badanie czynników motywujących odbiorców na danym obszarze przed wprowadzaniem. Czynniki lokalne mają duży wpływ na decyzje odbiorców. Nawet w ramach obszaru działania jednego dostawcy mogą być one różne w różnych rejonach. Wykorzystanie metody wyznaczania istotnych czynników pozwala na optymalny wybór bodźców i taryf dla odbiorców, tym samym zwiększając szanse na zaangażowanie w prowadzone programy.

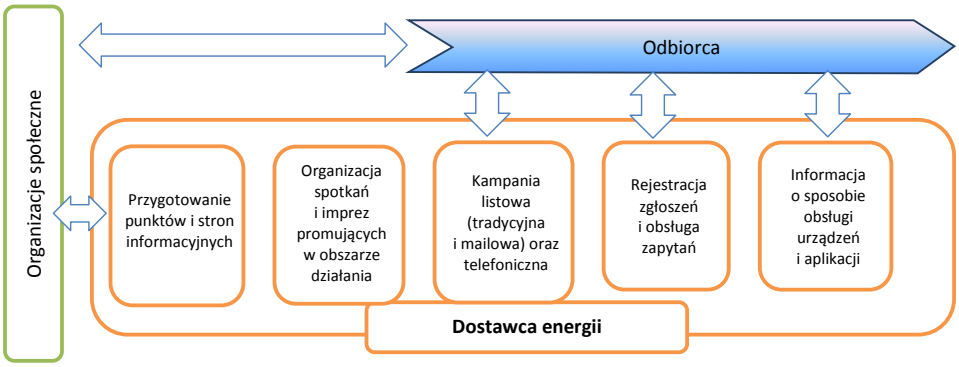
Przeprowadzenie badań preferencji odbiorców na danym obszarze pozwoli dostawcy na dostosowanie kampanii informacyjno-promocyjnej do wybranych grup odbiorców, co może zwiększyć zaangażowanie potencjalnych udziałowców projektu. W przypadku gdy oferta programów aktywacji popytu będzie obejmowała różne rodzaje taryf, członkom grupy pilotażowej można dobierać oferty zgodnie z preferencjami. W przeprowadzonym badaniu, w wyznaczonej grupie pilotażowej występowało zainteresowanie wszystkimi oferowanymi programami reakcji strony popytowej (tab. 4.45). W kwestionariuszu ankiety pytanie było typu wielokrotnego wyboru i nie pozwoliło jednoznacznie określić preferowanego przez odbiorców programu. Dobór ofert konkretnego programu będzie

zatem zależny od szczegółowej analizy wprowadzanej oferty dostawcy energii i wyznaczonych czynników motywacyjnych. Proces wprowadzania programu DSR może przyjąć następujące kroki (rys. 4.7).



Rys. 4.7. Proces wprowadzania programów pilotażowych DSR
Źródło: opracowanie własne

Proces rekrutacji do projektów może przebiegać zgodnie z rozwiązaniami prezentowanymi w rozdziale 4.3 i przebiegać następująco (rys. 4.8):



Rys. 4.8. Proces rekrutacji w programach pilotażowych DSR
Źródło: opracowanie własne

Przed rozpoczęciem projektu dostawca energii powinien podjąć kroki związane z szerokim dostępem do informacji, jakich potencjalny uczestnik może oczekiwać. Dla odbiorcy zmiana relacji w zakresie odbiorca–dostawca będzie budziła szereg wątpliwości i pytań. Sposób kontaktu, jakość i forma udzielanych odpowiedzi mogą być czynnikiem decydującym o potencjalnym zaangażowaniu

w program. Dostawca powinien przygotować szereg punktów informacyjnych w swoich punktach obsługi odbiorców, umieszczać materiały informacyjne i edukacyjne na swoim portalu, przygotować bezpłatne linie telefoniczne, moderować fora dyskusyjne, a przede wszystkim przygotować pracowników do udzielania odpowiedzi na wszelkie pytania odbiorców.

Proces rekrutacji powinien rozpoczynać się działaniami promocyjnymi na obszarze, w którym projekt będzie wprowadzany, lub na obszarze, gdzie odbiorcy często przebywają (centra handlowe, miejsca kultury i wypoczynku), powinien być promowany w lokalnych mediach, tak by wzbudzić zainteresowanie jak największej grupy potencjalnych udziałowców programów. Kampanie takie mogą mieć większy efekt, jeśli będą prowadzone w porozumieniu z organizacjami społecznymi.

Kampanie listowe, mailingowe i telefoniczne powinny zawierać informacje wyjaśniające cel, zakres i przewidywane korzyści programu oraz być kierowane do wszelkich kanałów informacyjnych, preferowanych przez odbiorcę.

W projektach, gdzie przewidywany jest obowiązkowy udział odbiorców, proces rekrutacji kierowany jest do wszystkich odbiorców obszaru objętego programem, stąd proponowane jest tylko jedno badanie czynników motywujących. Taki sposób doboru uczestników projektu zwiększa ryzyko pojawienia się grup niechętnych wprowadzeniu nowych rozwiązań, w procesie rekrutacji na etapie przekazywania informacji odbiorcom ważne jest przygotowanie działań mających na celu wyjaśnienie wszelkich potencjalnych, postrzeganych przez odbiorcę oraz zidentyfikowanych przez dostawcę, zagrożeń.

System rejestracji zgłoszeń powinien pozwolić na przystąpienie do programów w dowolny sposób (rejestracja telefoniczna, zgłoszenie poprzez maila, formularz internetowy). Rejestracja danych może się wiązać z przeprowadzeniem badania odbiorcy umożliwiającego wyznaczenie czynników motywujących i preferencje programu DSR.

Zarejestrowany uczestnik programu powinien otrzymać komplet informacji o sposobie **obsługi urządzeń i aplikacji**. Forma i zrozumiałość tej instrukcji jest kolejnym czynnikiem decydującym o potencjalnym zaangażowaniu odbiorcy. Przed rozpoczęciem działania programu odbiorca powinien mieć czas na zapoznanie się z działaniem urządzenia i aplikacji oraz mieć możliwość pracy w środowisku testowym narzędzia informatyczno-komunikacyjnego. Wszelkie uwagi zgłaszane na temat pracy aplikacji powinny być rejestrowane i wykorzystywane przy jej aktualizacji. W przypadku gdy odbiorca będzie w programie DSR posługiwał się aplikacjami internetowymi, należy ustalić dla odbiorcy konto i hasło dostępu. Ze względu na możliwe ryzyko związane z atakami na sieć elektroenergetyczną i urządzenia domowe (przedstawione w rozdz. 1.4) ważne jest poinformowanie odbiorcy o potencjalnych zagrożeniach oraz przygotowanie materiałów informacyjnych na temat polityki bezpieczeństwa prowadzonej przez dostawcę w tym zakresie.

W grupie pilotażowej istotne jest wyznaczenie liderów, którzy będą stanowić wsparcie dla pozostałych uczestników projektu, tworząc po stronie konsumenckiej aktywne formy promocji. Proces wyznaczania liderów może być przeprowadzony na podstawie zebranych danych i wywiadów oraz zawierać kroki zaproponowane w badaniu empirycznym. Liderom grup powinny zostać przyznane odpowiednie uprawnienia, np. do moderowania forów dyskusyjnych grupy, można również przygotować dla nich dodatkowe materiały informacyjne (grupa ta to zwykle osoby o większej znajomości i zainteresowaniu tematyką, a więc materiały mogą zawierać zagadnienia bardziej zaawansowane).

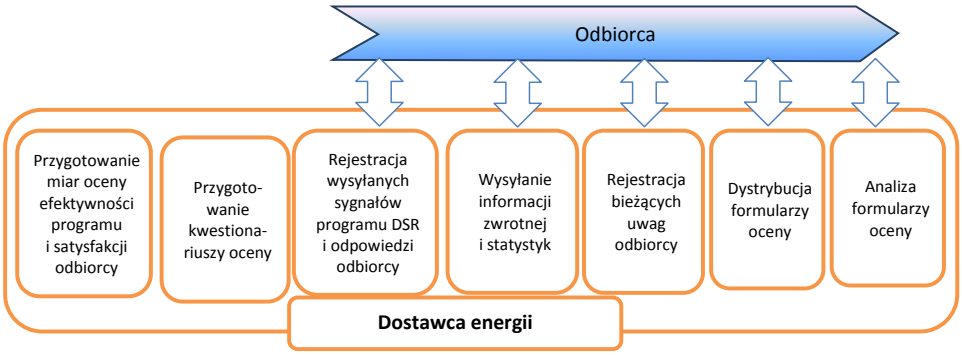
Wprowadzanie projektów pilotażowych wymaga opracowania **systemu monitorowania działań i reakcji odbiorcy** na wysyłane w programie DSR bodźce oraz oceny efektów działania programu. Monitorowanie działania programu i zmian zachowań odbiorcy jest głównym zadaniem systemów budowania profili odbiorców, oceny motywacji i zarządzania rynkiem energii. Profile odbiorcy budowane są w oparciu o szereg czynników, takich jak: charakterystyka gospodarstwa domowego, jego wyposażenie, okres użytkowania urządzeń. Odbiorcy energii mogą zmieniać swoje zwyczaje i preferencje. Wprowadzając nowy program DSR, należy określić miary oceny jego przebiegu, monitorować je zgodnie z przyjętym harmonogramem i reagować na wszelkie odchylenia i uwagi odbiorców, tak by przy wprowadzeniu kolejnych programów korzystać z doświadczeń poprzednich. Dla prowadzonych programów należy określić miary oceny efektywności działania (np. w postaci zmniejszenia mocy w okresach szczytowych, liczby odbiorców aktywnie biorących udział w programie, określonego stopnia spadku zużycia energii w okresach szczytowych i zmniejszenia zużycia energii ogółem) oraz miary satysfakcji odbiorcy[19]. Wskaźnik satysfakcji odbiorcy można mierzyć metodami statystycznymi – liczbą przystąpień i liczbą wystąpień z programów – czy procentem oszczędności rachunku za energię. Istotne jest przygotowanie systemu oceny i miar, które są zrozumiałe i osiągalne dla odbiorcy. Zgodnie z wprowadzanym programem oraz przyjętym system miar należy przygotować odpowiednie kwestionariusze oceny.

Proces ewaluacji może przebiegać zgodnie z rozwiązaniami prezentowanymi w rozdziale 4.3, obejmując działania przedstawione na rysunku 4.9.

Najistotniejszym elementem tego procesu jest wysyłanie bodźców zdefiniowanych w wybranym przez odbiorcy programie oraz badanie reakcji na konkretne bodźce. Bodźce te muszą być na tyle zachęcające, aby odbiorca podjął określone działanie. Powiązana z systemem informacja zwrotna wysyłana odbiorcy powinna wywołać efekt zaangażowania. Rejestracja wysyłanych bodźców, reakcji odbiorcy i odbieranego komunikatu zwrotnego pozwoli dostawcy na znalezienie optymalnego procesu angażowania odbiorcy w aktywne działania w zakresie wykorzystywania energii.

---

[19] Proponowany model nie sugeruje wykorzystania konkretnej metody badania, może to być np. metoda Net Promote Score [Siejak, 2012; Warrillow, 2011] wykorzystywana między innymi w bankowości i przez operatorów usług telekomunikacyjnych [Bolanowski, 2012].



Rys. 4.9. Proces ewaluacji w programach pilotażowych DSR
Źródło: opracowanie własne

Po zakończeniu działania projektu pilotażowego należy przeprowadzić kampanię zachęcającą odbiorcę do wypełnienia formularzy oceny (w różnych preferowanych przez odbiorców formach: tradycyjnego papierowego kwestionariusza, wywiadu, formularza elektronicznego).

Analizy zachowania odbiorców, ich uwagi i wyniki badań ewaluacji programów powinny być gromadzone w systemie CRM tak, by narzędzia analityczne mogły mieć do nich dostęp. Monitorowanie i ewaluacja wprowadzanych programów, zwłaszcza pilotażowych, dają możliwość aktualizacji, optymalizacji ofert i określenia planu rozszerzenia systemu taryf. Analiza tych opinii ma duże znaczenie nie tylko dla systemu tworzenia ofert komercyjnych, ale stanowić może źródło promocji tego typu rozwiązań wśród innych odbiorców.

Relacja z odbiorcą – zawiera w każdym z przedstawionych punktów szereg form kontaktu, od prezentacji informacji, do ewidencji wszystkich możliwych danych. Relacja polega przede wszystkim na rejestracji wszystkich badań kwestionariuszowych i wywiadów prowadzonych z odbiorcą na etapie rekrutacji, ewidencjonowaniu wszystkich wysyłanych bodźców i odpowiedzi odbiorcy, rejestrowanie danych pomiarowych z urządzeń inteligentnych, rejestrowanie uwag odbiorcy, rejestrowanie przyczyn odejścia od programów, przesyłanie odbiorcy informacji o efektach podejmowanych działań, badanie satysfakcji z udziału w programie. Efekty działania programów powinny być przedstawione zarówno odbiorcom, jak i pracownikom, jako dwóm bezpośrednio zaangażowanym stronom procesu. Jest to jeden z kluczowych elementów decydujących o poziomie zaangażowania odbiorców. Bardzo istotna jest rejestracja uwag odbiorcy dotyczących wykorzystywanych metod komunikacji i aplikacji. Uwagi te mogą kształtować docelową funkcjonalność i działanie tych aplikacji. Należy zwrócić uwagę na opinie wyrażane przez uczestników projektu zarówno na oficjalnym portalu dostawcy, jak i na innych portalach.

Formy i obszary edukacji proponowane dla tworzenia zaangażowania odbiorcy w celu przejścia z pasywnego do aktywnego odbiorcy zostały zaprezentowane w części A tabeli 4.54, rozdziału 4.8.4.

Omówione działania tego procesu powinny być podstawą zmiany relacji dostawca–odbiorca, prowadzić do zbudowania zaufania do dostawcy wśród odbiorców oraz wykształcenia trwałych, pożądanych zachowań odbiorcy w zakresie efektywnego wykorzystywania energii.

4.8.2. Model procesu angażowania odbiorcy w zarządzanie popytem na energię dla zmiany roli z aktywnego odbiorcy w prosumenta

W przypadku zmiany roli z aktywnego odbiorcy w prosumenta poszczególne działania i relacje zaproponowane w poprzednim punkcie można rozszerzyć następująco:

Wprowadzanie zmian w organizacji – zmiany w organizacji powinny docelowo doprowadzić do relacji, w której odbiorca staje się partnerem biznesowym, ma możliwość szerokiej komunikacji i wyboru działań, dzięki którym może osiągać zyski z tego tytułu partnerstwa i udziału w rynku energii. W strukturze organizacji istotne jest pojawienie się jednostek świadczących usługi doradcze, pomagające odbiorcy w doborze optymalnego wachlarza oferowanych usług.

Relacja z odbiorcą – badanie oczekiwanych usług i systemu wsparcia, ocena oferowanych usług.

Budowa zaangażowanie pracowników – zmiana relacji dostawca–odbiorca na dostawca–prosument wymagać będzie od pracowników traktowania odbiorcy jako partnera modelu biznesowego, wykorzystywanego nie tylko do zmiany krzywej obciążenia, ale biorącego udział w tworzeniu zysku przedsiębiorstwa.

Relacja z odbiorcą – badanie interakcji z pracownikami, ocena kultury organizacyjnej.

Rozwój infrastruktury technicznej i informatyczno-komunikacyjnej – wprowadzanie rozwiązań ICT dla aktywacji odbiorcy nie musi oznaczać szybkiej, dwukierunkowej wymiany informacji, istotne jest przesyłanie odbiorcy sygnału, umożliwienie reakcji i prezentacji efektów działania. W przypadku gdy odbiorca staje się producentem energii, może brać bezpośrednio udział w rynku. W tym wypadku istotne jest rozbudowanie struktury informatyczno-komunikacyjnej w umożliwiającą szybką, dwukierunkową komunikację. Funkcjonalność systemów informatycznych powinna zostać rozszerzona o gromadzenie danych na temat posiadanych przez odbiorcę generatorów energii i akumulato-

rów. Oferowane rozwiązanie musi pozwolić odbiorcy na udział w rynku energii i rejestrację efektów podejmowanych działań rynkowych.
Relacja z odbiorcą – badanie funkcjonalności oferowanych narzędzi udziału w rynku energii, uwzględnianie preferencji odbiorcy w zakresie funkcjonalności i interfejsu oferowanych aplikacji, tworzenie platform wymiany doświadczeń dla prosumentów.

Budowa narzędzi analitycznych – dla relacji dostawca–prosument istotne jest rozszerzenie analiz o wpływ dołączenia źródeł na sieć elektroenergetyczną, rozszerzenie profilu prosumenta o dane na temat posiadanych generatorów energii, ich wykorzystanie energii na cele własne i handlowe. Modele analityczne muszą w tym przypadku zawierać analizy ryzyka działań rynkowych prosumenta. Prowadzenie działań wzmacniających działanie czynników zmiany roli w prosumenta, na przykład zgodnie z propozycją w części B tabeli 4.54, może przyczynić się do tworzenia większego zaangażowania prosumenta w efektywne zarządzanie zużyciem energii.
Relacja z odbiorcą – zbieranie i gromadzenie danych o generatorach energii i akumulatorach posiadanych oraz planowanych zakupach odbiorcy.

Przygotowanie nowych programów i ofert – w przygotowaniu ofert dla prosumentów istotna jest polityka organów rządowych i administracyjnych w zakresie wspierania generowania energii ze źródeł odnawialnych. Badanie empiryczne wykazało duże zainteresowanie odbiorców zakupem generatorów energii z OZE i systemami wsparcia finansowego. Analiza dostępnych rozwiązań może prowadzić do tworzenia długoterminowych ofert zakupu energii od prosumentów wiążących ich z dostawcą (np. wieloletnie kontrakty na zakup energii po określonej cenie). Kontrakty takie mogą ułatwić dostawcy planowanie i bilansowanie zapotrzebowania na energię i moc. Dostawcy wspólnie z innymi jednostkami (producentami i dystrybutorami urządzeń, instytucjami finansowymi) mogą oferować programy wsparcia finansowania dla zakupu przez odbiorcę generatorów energii z odnawialnych źródeł. Zobowiązania finansowe odbiorcy w tym zakresie mogą być uwzględniane w odpowiednim systemie taryf zakupu energii.
Relacje z organizacjami społecznymi, innymi udziałowcami rynku energii oraz organami rządowymi – poszukiwanie i analiza dostępnych ofert finansowania inwestycji w generatory energii ze źródeł odnawialnych, negocjowanie ofert. Współpraca w zakresie opiniowania przygotowywanych rozwiązań prawnych wsparcia produkcji energii odnawialnych przez gospodarstwa domowe.
Relacja z odbiorcą – zbieranie i gromadzenie danych o preferencjach w zakresie programów wsparcia finansowego dla instalacji z OZE. Przygotowanie form prezentacji ofert zgodnie z preferowanymi przez odbiorcę kanałami informacyjnymi. Rejestracja udziału odbiorcy w proponowanych i realizowanych programach.

Wprowadzanie i ewaluacja nowych programów DSR – masowa instalacja generatorów energii z OZE może wpływać na aktywność odbiorców w zakresie udziału w programach aktywacji popytu. Odbiorca może przyłączyć generator energii do sieci elektroenergetycznej i otrzymywać stałą taryfę za sprzedaż energii. Ten sposób sprzedaży nie wymaga od odbiorcy szczególnej aktywności. Odbiorca może też, w odpowiedzi na sygnał rynkowy, dokonywać przełączenia w tryb zasilania z własnych źródeł, akumulować lub sprzedawać energię do sieci. Dostawca, pełniący w tym wypadku rolę kupującego energię, może więc dla gospodarstw domowych wykorzystywać taryfy stałe, ale docelowo rynek ten powinien być wspierany przez system taryf RTP.
Relacja z odbiorcą – przesyłanie w trybie on-line efektów działań rynkowych prosumenta. Ocena programów wykorzystujących wsparcie finansowe jednostek zewnętrznych.

4.8.3. Model procesu angażowania odbiorcy w zarządzanie popytem na energię dla zmiany roli z prosumenta w aktywnego prosumenta

W przypadku zmiany roli z prosumenta w aktywnego prosumenta poszczególne działania i relacje zaproponowane w poprzednich punktach rozdziału, można rozszerzyć o następujące elementy:

Wprowadzanie zmian w organizacji – masowa zmiana relacji z odbiorcą może przyczynić się do ewolucji obecnych przedsiębiorstw – dostawców energii. Powstawanie grup prosumenckich nie stanowi konkurencji dla dostawcy energii. Grupy prosumentów w docelowym rozwiązaniu ISE nie muszą nawiązywać relacji z dostawcą energii, sprzedaż energii może odbywać się poprzez mechanizm rynkowy. Podobnie, jak w przypadku innych sektorów, grupy prosumentów i inne podmioty na rynku mogą nawiązywać zupełnie nowe relacje partnerskie [Nowicka, 2011]. Zadaniem dostawcy staje się takie przygotowanie na rynku, które pozwoli na włączanie grup prosumentów do działań rynkowych. Dostawca może wchodzić w nowe relacje biznesowe z grupami prosumentów na różnych zasadach. Może być tylko odbiorcą produkowanej energii, ale też inwestorem lub akcjonariuszem powstających wspólnot[20]. Powstawanie nowych zależności biznesowych może pociągać za sobą zmiany w organizacji. Dostawca, wykorzystując grupy prosumentów, może zbudować przedsiębiorstwo sieciowe [Perechuda, 2005]. Przedsiębiorstwa energetyczne powinny przygotować nowe

[20] Tworzenie modeli biznesowych dla partnerów nowego rynku energii jest szerokim zagadnieniem, które w proponowanym modelu aktywacji odbiorców na tym poziomie nie jest szczegółowo rozważane.

procesy i modele biznesowe optymalizujące efekty finansowe dla wszystkich partnerów biorących udział w rynku. Dostawca może też zwiększyć zakres świadczonych usług o usługi doradcze tworzenia architektury sieci, usługi wyboru aplikacji i platformy udziału w rynku, usługi szkoleniowe.
Relacja z odbiorcą – badanie oczekiwanych usług i form współpracy biznesowej.

Budowanie zaangażowania pracowników – zmiana relacji dostawca–odbiorca na partner biznesowy–partner biznesowy wymagać będzie od pracowników traktowania grup prosumentów jako partnerów w łańcuchu wartości mających duży wpływ na wynik ekonomiczny przedsiębiorstwa.

Rozwój infrastruktury technicznej i informatyczno-komunikacyjnej – wprowadzanie rozwiązań ICT oznacza wprowadzenie pełnej funkcjonalności systemów informatyczno-komunikacyjnych do bieżącego udziału w rynku energii. W tym przypadku istotne jest rozbudowanie tej struktury w rozwiązanie umożliwiające szybką, wielokierunkową komunikację pomiędzy uczestnikami rynku. Funkcjonalność rozwiązań systemów informatycznych dla grup prosumenckich została przedstawiona w rozdziale 3.5. Grupy konsumenckie mogą korzystać z platformy przygotowanej przez dostawcę, ale mogą dokonać wyboru systemu z dowolnej oferty rynkowej. Podstawą działania jest integracja wykorzystywanych aplikacji. Dla dostawcy istotne mogą być nie tylko informacje o bezpośredniej relacji dostawca–prosment, ale też inne relacje, w jakie prosumenci wchodzą na rynku energii.
Relacja z odbiorcą – analiza wykorzystywanych platform i rozwiązań przez grupy prosumentów.

Budowa narzędzi analitycznych – dla relacji dostawca–grupy prosumentów ważne jest rozszerzenie analiz o badanie relacji, w jakie grupy prosumenckie wchodzą na rynku energii, wyznaczanie czynników motywacyjnych dla podejmowanych działań przez grupy prosumentów, wyznaczanie segmentów oraz określanie ryzyka działań rynkowych. W docelowym systemie rynkowym ważne jest stworzenie narzędzi optymalizacji kosztów i kształtowania cen energii. W celu utrzymania relacji biznesowych z grupami prosumentów oraz tworzenia nowych powiązań istotne jest prowadzenie akcji wzmacniających działanie czynników zmiany roli w aktywnego prosumenta (na przykład zgodnie z propozycją w części C tabeli 4.54), co może przyczynić się do powstawania wielu aktywnie działających na rynku energii społeczności prosumentów.
Relacja z odbiorcą – zbieranie i gromadzenie danych o relacjach odbiorców na rynku energii i preferencjach grup prosumentów.

Przygotowanie nowych programów i ofert – przygotowanie ofert dla grup prosumentów wiąże się nie tylko z przygotowaniem ofert taryfowych (docelowym systemem będą taryfy RTP), ale głównie z przygotowaniem nowych ofert modeli biznesowych uczestnictwa grup prosumentów w rynku energii. Nowe możliwości funkcjonowania prosumentów na rynku zwiększają zapo-

trzebowanie na inne usługi, stąd istotne będzie opracowanie strategii wprowadzania nowych usług.
Relacje z organizacjami społecznymi, innymi udziałowcami rynku energii oraz organami rządowymi – poszukiwanie i analiza dostępnych ofert finansowania inwestycji i wsparcia grup prosumentów. Analiza ofert innych agregatorów i dostawców energii
Relacja z odbiorcą – zbieranie i gromadzenie danych o preferencjach w zakresie programów wsparcia finansowego dla grup prosumentów. Przygotowanie form prezentacji ofert zgodnie z preferowanymi przez grupy prosumentów kanałami informacyjnymi.

Wprowadzanie i ewaluacja nowych programów DSR – masowy udział grup prosumenckich w rynku energii zmieni całkowicie jego obecny obraz, czynnikiem decydującym o zakupie bądź sprzedaży energii będą ceny kształtowane w czasie rzeczywistym.
Relacja z odbiorcą – będzie typową relacją rynkową opartą o mechanizmy rynkowe i zgodna z zakresem podpisywanych umów.

4.8.4. Kampanie informacyjne i edukacyjne w promocji wprowadzania nowych programów aktywacji popytu

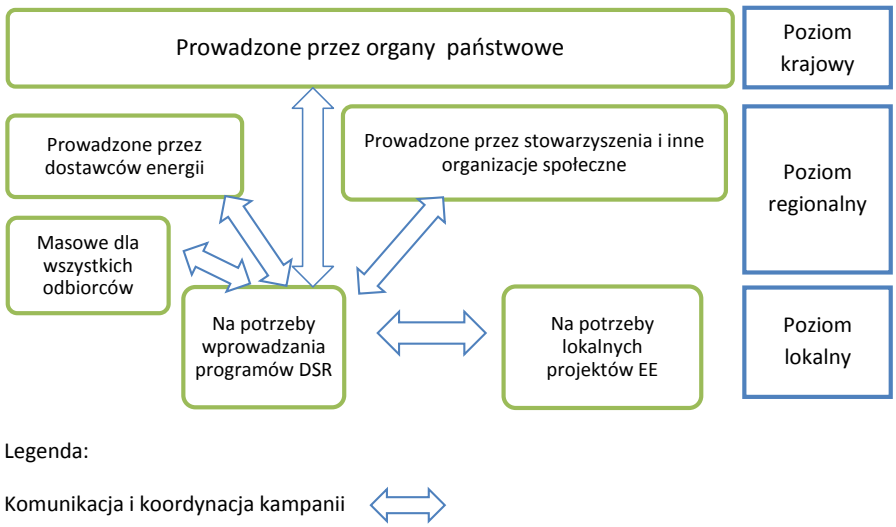
Stan wiedzy odbiorców na temat rozwoju rynku energii i znajomości pojęć z zakresu Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych (ISE) jest niewysoki, a potrzeby edukacyjne są ogromne, co wykazały przeprowadzone badania empiryczne. Akcje i kampanie informacyjno-edukacyjne w powiązaniu z programami poprawy efektywności energetycznej powinny być prowadzone przez różne organy państwowe, społeczne, uczestników rynku energii na różnych poziomach (rys. 4.10). Na poziomie krajowym kampanie te obejmować powinny tematy ogólne związane z oszczędnością energii, efektywnością energetyczną, rozwojem rynku energii oraz infrastruktury dla funkcjonowania ISE (urządzeń inteligentnego opomiarowania, generacji i akumulacji energii). Na poziomie regionalnym kampanie powinny uwzględniać czynniki środowiska i potrzeby regionów, na poziomie lokalnym powinny być prowadzone na potrzeby promocji konkretnych projektów. Prowadzenie kampanii powinno przebiegać w sposób skoordynowany, zwłaszcza na poziomie lokalnym.

Kampanie edukacyjno-informacyjne prowadzone przez dostawców dla konkretnych projektów DSR powinny być skoordynowane z kampaniami ogólnokrajowymi, prowadzonymi przez organy państwowe (ministerstwa, agencje poszanowania energii), regionalnymi, prowadzonymi przez stowarzyszenia i organizacje społeczne (jak również władze lokalne), oraz spójne z ogólnymi kampa-

niami, prowadzonymi przez jednostkę na terenie, na którym dostawca chce prowadzić działalność.

Kampania edukacyjna i informacyjna dla wprowadzonego programu DSR powinna dotyczyć określonego projektu i umożliwić odbiorcy zrozumienie:

– celu prowadzonych działań (poprawienie sprawności komunikacji),
– zasad pracy instalowanych urządzeń (np. inteligentnych liczników),
– efektów dla odbiorcy w najbliższym okresie (np. możliwość śledzenia zużycia energii),
– docelowych korzyści dla odbiorcy (np. możliwość prowadzenia transakcji handlowych na rynku energii),
– kosztów, które odbiorca musi ponosić w określonych okresach,
– potencjalnych zagrożeń (np. cyberataków) i form zabezpieczania przed nimi.



Rys. 4.10. Kampanie i akcje edukacyjno-informacyjne na rzecz EE i DSR
Źródło: opracowanie własne

Dla efektywnego przebiegu kampanii istotne jest przygotowanie wielu kanałów komunikacji (dedykowane linie telefoniczne, punkty informacyjne, fora internetowe), w których odbiorca może uzyskać dodatkowe wyjaśnienia.

Duże znaczenie dla projektów lokalnych ma organizowanie miejscowych wydarzeń z udziałem znanych osób i lokalnych władz, publikowanie informacji w lokalnych mediach, spotkania informacyjne, kampanie listowe oraz rozmowy telefoniczne i osobiste pracowników dostawcy energii z odbiorcami.

Tabela 4.54. Czynniki zwiększania wpływu i formy edukacji oraz promocji wpływające na zmianę roli odbiorcy

Czynnik zmiany	**Proponowane formy i obszary edukacji w celu wzmocnienia działania czynnika**	**Proponowany program zwiększania wpływu**
1	2	3
A. Zmiana z odbiorcy pasywnego w aktywnego		
Zainteresowanie poborem energii urządzeń posiadanych i nabywanych.	Kampanie ogólnokrajowe w mediach publicznych.	Działania promocyjne.
Aktualnie podejmowane działania w zakresie oszczędzania energii.	Kampanie krajowe i lokalne. Tworzenie systemu komunikacji z odbiorcą. Wzbogacone informacje na rachunkach (tradycyjnych i elektronicznych). Informacje na portalach dostawcy. Kampanie edukacyjne w szkołach.	Wprowadzenie elementów informowania odbiorcy o rezultatach podejmowanych działań. Wprowadzenie elementów porównania zużycia energii. Wprowadzenie systemów premiowania za działania pożądane z punktu widzenia dostawcy energii.
Postrzeganie potencjalnych korzyści ISE.	Informacje w różnej formie na dedykowanych portalach. Wykorzystanie mediów społecznościowych. Rozmowy z ekspertami w lokalnych mediach. Tworzenie pokazowych instalacji w domach i mieszkaniach, w których lokalni odbiorcy mogą zobaczyć działanie systemu. Ekspozycje instalacji w miejscach publicznych lub centrach handlowych. Organizowanie warsztatów zarządzania energią.	Opracowanie modelu zysków i strat programów dla różnych typów gospodarstw. Dobór ofert według segmentów klientów. Przygotowanie strategii kampanii informacyjnej dla grupy pilotażowej, jej ewaluacja i wykorzystanie w kolejnych projektach. Kampanie promocyjne w mediach krajowych.
Postrzeganie potencjalnych wad ISE.	Kampanie krajowe, dedykowane portale. Kampanie listowe (tradycyjne i mailowe).	Udostępnianie analiz i badań. Kampanie informacyjne. Kontakt z innymi grupami projektowymi. Kontakty ze specjalistami. Dostęp do specjalistów, np. on-line. Jawne ustalanie kosztów odbiorcy i dostawcy. Ustalenie zasad przetwarzania i udostępniania danych. Budowa zaufania społecznego.

1	2	3
Zainteresowanie nowymi technologiami.	Media społecznościowe.	Prowadzenie portali społecznościowych.
B. Zmiana z aktywnego odbiorcy w prosumenta		
Typ budynku i własność mieszkania.	Kampanie listowe kierowane do mieszkańców wybranych osiedli bądź ulic o określonej zabudowie i położeniu.	System dofinansowania dla właścicieli budynków.
Zakup generatorów energii OZE.	Programy informacyjne w mediach ogólnokrajowych i lokalnych.	System dofinansowania. Szybki system dołączania do sieci. Atrakcyjne taryfy na zakup energii. Doradztwo. Propozycje metod linii zwrotu nakładów.
Zainteresowanie zakupem pojazdu elektrycznego lub hybrydowego.	Promocje ogólnokrajowe. Reklama z wykorzystaniem wizerunku osób publicznych.	Wprowadzenie infrastruktury ładowania. Bezpłatne parkingi. Poprawa efektywności pojazdów.
C. Zmiana z prosumenta w aktywnego prosumenta		
Wpływ instalacji generatorów energii ze źródeł odnawialnych na estetykę osiedla.	Promocja ciekawych rozwiązań architektonicznych.	Promocja nowych technologii.
Poziom akceptacji zasilania osiedla energią z OZE.	Programy informacyjne o istniejących instalacjach w innych lokalizacjach krajowych i zagranicznych. Informacja o krajowych mocach zasilania.	Korzystne oferty na zakup i magazynowanie energii. Bonusy (finansowe lub inne) za instalowanie generatorów energii.
Nastawienie odbiorców do wspólnej generacji, konsumpcji i inwestycji w OZE.	Programy informacyjne o istniejących instalacjach w innych lokalizacjach krajowych i zagranicznych. Edukacja przez organizacje społeczne i stowarzyszenia „zielonej" energii.	Programy wsparcia finansowego dla małych społeczności. Systemy doradztwa. Oferta usług zarządzania siecią osiedla. Oferta usług dodatkowych, np. konserwacji sprzętu.
Oferowany system wsparcia generacji energii z OZE.	System informacji i szkolenia dla ubiegania się o pożyczki i dofinansowanie.	Tworzenie atrakcyjnych dla odbiorców systemów wsparcia. Udział dostawcy w inwestycjach.

Źródło: opracowanie własne.

W rozdziale trzecim określono role, jakie odbiorca może pełnić na rynku energii. Rolą dostawcy energii jest **przygotowanie możliwości i zachęcanie odbiorców do pełnienia coraz bardziej zaawansowanych ról na rynku energii**, wyznaczenie czynników przejścia do nowych ról oraz prowadzenie działań mających na celu wzmacnianie tych czynników, jak również kampanii edukacyj-

nych i promocyjnych. Czynniki decydujące o aktywacji działań odbiorcy mogą mieć kontekst lokalny i powinny być wyznaczane dla konkretnych obszarów działania dostawcy. Potrzeby edukacyjne odbiorcy będą istotne w całym procesie ewolucji, od pasywnego odbiorcy do aktywnego prosumenta i będą rosnąć wraz ze złożonością funkcjonowania rynku energii do momentu aż odbiorcy przyzwyczają się do nowych zasad i utrwalą nowe zwyczaje, związane z zarządzaniem energią. Zwiększenie wpływu czynników przejścia z ról pasywnych do aktywnych zależy nie tylko od dostawców energii, ale też od innych podmiotów. Duże znaczenie ma edukacja ludzi młodych, którzy będą prowadzili gospodarstwa domowe w okresie, gdy będą funkcjonowały docelowe rozwiązania Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej i rynek energii kształtowany będzie o ceny RTP.

W badaniu empirycznym, analizowanym w niniejszym rozdziale wyróżnione zostały czynniki przejścia odbiorcy do kolejnych ról. Wzmacnianie tych czynników może mieć znaczny wpływ na przyśpieszenie zaangażowania odbiorcy w aktywne działania na rynku energii. W tabeli 4.54 przedstawione zostały proponowane działania promocyjne i edukacyjne wzmacniające działanie czynników.

4.8.5. Podsumowanie

Mimo toczących się dyskusji i programów wokół wprowadzania rozwiązań Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych oraz konieczności angażowania odbiorcy w nowe programy zarządzania energią, jak również ogromnych wydatków na projekty związane z rozwojem sieci, konsumenci nadal nie wiedzą, jakie efekty mogą osiągać i w jaki sposób. Dystrybutorzy energii wolą ponosić koszty związane z inwestycjami w sieć elektroenergetyczną pozwalające na sprawniejsze jej kontrolowanie niż na programy DSR, których efektywność zależy od zachowania odbiorców. Inwestycje związane z modernizacją sieci elektroenergetycznej, automatyką, nowymi rozwiązaniami systemów informatyczno-komunikacyjnych są niezbędnym warunkiem zmiany sposobu komunikacji, przygotowania i prezentacji nowych ofert zarządzania zużyciem energii. Regulacje prawne wymuszają na dostawcach określone zmiany, takie jak instalacja infrastruktury opomiarownia i wprowadzanie programów reakcji strony popytowej. Aby zmieniać zwyczaje odbiorców dystrybutorzy energii muszą zmienić także swoje dotychczasowe przyzwyczajenia związane z relacjami z klientami.

Niezbędne jest przekazanie odbiorcom wiedzy o nowych zasadach funkcjonowania, wytworzenie nowego systemu wartości i motywacji dla odbiorcy oraz ustalenie procedur wprowadzania odbiorcy w nowe rozwiązania. Jeśli odbiorcy otrzymają podstawowe informacje, które pozwolą im na zrozumienie, w jaki sposób mogą osiągać korzyści, to przystąpią do nowych działań, realizując idee

Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej. Z raportu Pike Research[21] wynika, że w USA w programach tego typu do roku 2018 weźmie udział około 23 mln odbiorców gospodarstw domowych, w Europie i w Polsce do 2020 r. niemal wszystkie gospodarstwa domowe mają być wyposażone w inteligentne urządzenia pomiarowe. Inteligentne liczniki i systemy inteligentnego opomiarowania dają szansę dostawcom na lepsze zrozumienie zwyczajów użytkowników w zakresie korzystania z energii oraz czynników motywujących do oszczędzania energii, odbiorcom dają szansę monitorowania efektów działań własnych i jakości otrzymywanego produktu. Informacja ta może zostać wykorzystana do prowadzenia segmentacji klientów, tworzenia dla nich odpowiednich kampanii marketingowych, edukacyjnych, a co najważniejsze – programów reakcji strony popytowej. Różnorodność grup społecznych sprawia, że potrzebna jest zróżnicowana oferta w zakresie edukacji, komunikacji i możliwych działań. Niektórzy odbiorcy preferują programy z taryfami czasowymi, inni wolą śledzić stawki za energię i informacje zwrotne o efektach podejmowanych działań, jeszcze inni, z braku czasu lub zainteresowania zarządzaniem zużyciem energii, wybiorą rozwiązania wysoce zautomatyzowane.

Podsumowując studia, badania literaturowe oraz przeprowadzone badania empiryczne wskazują, że budowanie zaangażowania odbiorców w zarządzanie popytem na energię jest procesem złożonym, wymagającym koordynacji wielu działań (w tym nieomawianych w tej pracy rozwiązań technicznych) i zmiany nastawienia zarówno dostawców, jak i odbiorców energii. Modelowanie tych działań musi uwzględnić badanie aktualnych czynników motywujących odbiorcę, dostępne rozwiązania prawne i biznesowe korzyści dla wszystkich uczestników łańcucha dostaw energii.

Na podstawie zaprezentowanych badań można wskazać, że podstawowymi czynnikami aktywacji działań odbiorców i zmiany roli z pasywnej na aktywną są:

- przygotowanie dostawców energii do działań związanych z aktywacją działań odbiorców i przeprowadzanie transformacji organizacji w celu zmian relacji dostawca–odbiorca energii,
- szerokie programy edukacyjne,
- koordynacja z innymi działaniami dotyczącymi zarządzania popytem na energię, w tym programami efektywności energetycznej,
- świadczenie proaktywnych usług dla odbiorców prowadzących do stałego zaangażowania i zmiany roli z pasywnej w formy aktywne i prospołeczne,
- przygotowanie programów DSR o istotnej wartości dodanej dla odbiorcy,
- analiza zysków i strat implementacji programów dla odbiorcy w okresie wprowadzania programów oraz w docelowym systemie działania,

[21] Smart Grid Business 2011 to 2016, http://www.memoori.com/portfolio/the-smart-grid-business-2011-to-2016/ [dostęp 26.05.2013].

– ustalenie procedur wprowadzania odbiorcy w nowe programy,
– przeprowadzenie programów pilotażowych,
– przeprowadzenie procesu segmentacji odbiorców dla docelowej oferty usług i promowanych działań,
– ustalenie czynników motywacji dla wszystkich segmentów odbiorców i stworzenie planu promocji i komunikacji dla każdego z nich, a także ustalenie, które segmenty nie zareagują na konkretne oferty usług,
– przygotowanie programu stopniowego wprowadzania odbiorcy w działania na rynku energii (w początkowym etapie przygotowanie ograniczonych ofert dla wybranych segmentów klientów, zarządzanie zużyciem energii nie jest bowiem głównym celem prowadzenia gospodarstwa domowego, stanowi *novum* dla odbiorcy i zbyt wiele opcji wyboru może stanowić dla klienta problem wyboru),
– szczegółowa analiza akceptacji przez odbiorcę cen i sygnałów oraz przeprowadzanie testów sprawdzających świadomość odbiorcy i zrozumiałość programu są podstawą skutecznego funkcjonowania programów aktywacji popytu, z punktu widzenia dostawcy istotne jest łączenie czynników niezawodności pracy systemu elektroenergetycznego i czynników cenowych,
– uwzględnianie postępu technologicznego, wprowadzanie innowacji, zwłaszcza w obszarze generowania energii ze źródeł odnawialnych, pozwalające odbiorcy na przejście w rolę prosumenta,
– umożliwienie odbiorcy stałej komunikacji z dostawcą energii i członkami społeczności wspólnie zarządzającej jej produkcją i zużyciem.

Zaangażowanie odbiorcy w działania w zakresie zarządzania energią zmieni jego rolę na rynku i stanie się podstawą działania programów zarządzania popytem na energię. Przewidywany docelowy rynek Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej zmieni też rolę dotychczasowych dostawców energii. Edukacja i komunikacja z odbiorcą jest podstawą tych zmian. Dostawcy energii będą musieli przygotować się do funkcjonowania na rynku, gdzie wchodzić będą w interakcje z wieloma typami odbiorców, których wymagania i potrzeby będą różne. Wśród klientów nadal pozostanie grupa odbiorców niezainteresowana nowym rynkiem energii, która ograniczy się do płacenia rachunków, ale pojawią się też nowe grupy: odbiorcy chętni do udziału w programach reakcji strony popytowej, prosumenci, użytkownicy pojazdów elektrycznych i hybrydowych, społeczności prosumentów, agregatorzy. Preferencje nowych grup odbiorców, dotyczące wyboru usług, metod i form komunikacji, będą zmieniały się dynamicznie wraz z rozwojem rynku i stanem zaangażowania odbiorców oraz pełnioną na rynku energii rolą. Dostawcy powinni być przygotowani tak, aby tym wymaganiom sprostać i aby wspierać rozwój Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych. Zaprezentowany w tym rozdziale model może być wskazówką do wspomagania procesu zmiany roli i zaangażowania odbiorcy w działania na rynku energii.

Zakończenie

Gospodarka oparta o ropę i węgiel odchodzi do lamusa, a ludzkość stoi u progu trzeciej rewolucji przemysłowej. Już niedługo będziemy wymieniać zieloną energię w taki sposób, w jaki wymieniamy dziś informacje w Internecie

Jeremy Rifkin[1]

Choć można poddać w wątpliwość głoszoną przez J. Rifkina tezę „że droga ropa doprowadziła świat na krawędź katastrofy finansowej i spowodowała przewlekły kryzys, a tania energia zbawi Europę"[2], to wizja o „demokratyzacji energii" J. Rifkina staje się rzeczywistością, czego dowodem jest rozwój Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych. Aczkolwiek, zdaniem autorki, będzie to raczej ewolucja niż rewolucja, to proces ten jest nieuchronny. Zmienia się otoczenie dostawców i odbiorców energii, rozwijają się technologie, w tym technologie produkcji energii, urządzenia ulegają miniaturyzacji, Internet przechodzi w sferę połączeń mobilnych, pozwalając na komunikację w dowolnym czasie i miejscu. Zmienia się też rynek energii. Dla dużych dostawców energii pojawia się konkurencja, powstają jednostki pośredniczące w handlu energią w postaci agregatorów wykonujących operacje rynkowe w imieniu prosumentów drobnych gospodarstw domowych.

Aby wskazać przesłanki konieczności świadomego zaangażowania odbiorcy w zarządzanie popytem na energię, omawianie zagadnień w pracy rozpoczęto od przedstawienia przemian zachodzących w systemie elektroenergetycznym. Rozważania rozpoczęto od omówienia wpływu koncepcji zrównoważonego rozwoju na rozwój systemu elektroenergetycznego, wskazano na ideę Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych jako preferowanego kierunku rozwoju. Idea ta jest stosunkowo młoda, stąd zaprezentowano charakterystykę mikrosieci jako podstawowego elementu, pozwalającego na zmianę struktury systemu z centralnego na rozproszony, jak również przedstawiono zagrożenia wynikające ze zmiany struktury szerokiego dostępu do sieci. Zwrócono szczególną uwagę na znaczenie akceptacji społecznej dla rozwoju Inteligentnych Sieci Elektroenerge-

---

[1] *The Third Industrial Revolution: How Lateral Power Is Transforming Energy, the Economy, and the Word*, Palgrave Macmillan, 2011.

[2] http://biznes.newsweek.pl/jeremy-rifkin--mistrz-globalnej-bredni,87180,1,1.html

tycznych oraz czynników wpływających na zmianę zachowań odbiorców energii, omówiono wybrane modele kształtowania zmian zachowań odbiorców energii. Podkreślono także rolę, jaką odgrywa komunikacja i informacja zwrotna w relacji dostawca–odbiorca energii, przytaczając na podstawie badań literaturowych znaczenie form i treści oraz częstotliwości komunikacji w zachowaniach odbiorcy.

W kontynuacji części teoretycznej pracy, w rozdziale drugim przedstawiono problematykę zarządzania popytem na energię i scharakteryzowano elementy wpływające na jego kształtowanie. Analiza literaturowa i analiza dostępnych wyników badań projektów pilotażowych pozwoliły na realizację pierwszego celu pomocniczego, czyli przedstawienie aktualnych rozwiązań w obszarze zarządzania popytem na energię (DSM). Na tej podstawie wykazano efektywność i zasadność stosowania tych programów reakcji strony popytowej (DSR) do zarządzania popytem na energię.

Kolejną część pracy (rozdział trzeci) poświecono istotnym czynnikom wpływającym na zaangażowanie odbiorcy w zagadnienie zarządzania popytem na energię. Omówiono istotę prosumeryzmu w energetyce, wskazano na znaczenie segmentacji odbiorców grupy gospodarstw domowych dla doboru ofert programów reakcji strony popytowej i programów efektywności energetycznej. Dokonano przeglądu dotychczasowych, niewielkich jeszcze, doświadczeń w tej dziedzinie. Podkreślono rolę, jaką w rozwoju rynku energii odgrywają narzędzia informatyczno-komunikacyjne oraz ogromną potrzebę edukacji i promocji rozwiązań w zakresie dostępnych możliwości zarządzania popytem na energię. Zaproponowano model zmiany ról odbiorcy z pasywnego odbiorcy do aktywnego prosumenta, dokonując charakterystyki poszczególnych ról.

Szczególne znaczenie, z punktu widzenia celów pracy, mają rozważania odnoszące się do wyników badań empirycznych. Mimo iż badania te nie spełniają warunku reprezentatywności, to liczba przeprowadzonych ankiet i kompleksowość badań pozwoliły na zrealizowanie kolejnych dwóch celów badawczych w zakresie określenia stanu bieżącego i oczekiwań odbiorców odnośnie do wprowadzanych nowych rozwiązań Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej. Analiza wyników badań zaprezentowana w rozdziale czwartym potwierdziła niski stan wiedzy odbiorców i konieczność prowadzenia kampanii informacyjno-edukacyjnych, dowodząc prawdziwości pierwszej tezy pomocniczej. Pozwoliła również na wybór z grupy respondentów członków grupy pilotażowej, dowodząc prawdziwości drugiej hipotezy pomocniczej oraz umożliwiła wyznaczenie czynników motywacyjnych zmiany roli konsumenta energii z pasywnego odbiorcy do aktywnego prosumenta, dowodząc prawdziwości trzeciej tezy pomocniczej.

Przeprowadzone w pracy rozważania, badania literatury, analiza dotychczasowych rozwiązań oraz weryfikacja empiryczna potwierdziły zdefiniowane we wstępie hipotezy badawcze oraz tezę główną o ***konieczności zmian umożliwia-***

jących transformację dotychczasowego pasywnego odbiorcy w aktywnego prosumenta, przyczyniły się także do realizacji dwóch ostatnich celów szczegółowych: określenia zmian w kształtowaniu relacji dostawca–odbiorca energii i podjęcia próby utworzenia modelu budowy zaangażowania odbiorcy w programy zarządzania energią. Model taki zaproponowano w ostatnim rozdziale pracy. Opisano go z punktu widzenia dostawcy energii, jako że to dostawcy, a nie odbiorcy są zainteresowani szerokim udziałem odbiorców w programach reakcji strony popytowej energii.

Celem stworzenia modelu było wskazanie istotnych obszarów i zagadnień, jakie musi podjąć dostawca energii, aby motywować odbiorców do udziału w programach reakcji strony popytowej i podejmowania aktywnych działań na rynku energii, tym samym główny cel badań został osiągnięty.

Zaprezentowane w niniejszej rozprawie opinie i wyniki badań dowodzą rosnącej roli odbiorcy energii, świadczą o konieczności modelowania procesu jego zaangażowania w działania rynku energii oraz pozwalają na przedstawienie następujących wniosków:

– Rynek energii jest zdominowany przez potężne firmy energetyczne; rozwój małej energetyki rozproszonej, który przeobrazi rynek energii, jest uzależniony od masowego zaangażowania odbiorców energii.

– Partycypacja odbiorców i prosumentów w łańcuchu dostaw energii i zarządzaniu popytem na energię oznacza zmianę relacji dostawca–odbiorca i konieczność znalezienia **wartości dodatkowej**, która zachęci dotychczasowych pasywnych odbiorców do działań.

– Wzrost wiedzy i świadomości odbiorców na temat możliwości, jakie daje nowy rynek energii, jest warunkiem koniecznym masowej zmiany roli odbiorców z pasywnej w aktywną. Wzrost ten może być osiągnięty, przede wszystkim, przez przeprowadzanie szeroko zakrojonych kampanii informacyjnych i edukacyjnych, dopasowanych do potrzeb wyodrębnionych grup odbiorców i stanu rozwoju rynku. Należy w tym miejscu zwrócić uwagę na potencjalne koszty tych kampanii. Dostawy energii mogą silnie promować rozwiązania postrzegane jako bardziej korzystne finansowo. Promocja programów korzystnych dla odbiorców musi mieć wsparcie innych organizacji.

– Zmiany postaw odbiorców wymagają podjęcia działań inicjujących ze strony organów rządowych i dotychczasowych dostawców energii. Proces zmian pozwalający odbiorcy na pełnienie aktywnych ról na rynku energii wymaga starannego zaplanowania.

– Udział odbiorców w programach zarządzania popytem na energię wymaga przygotowania infrastruktury technicznej oraz informatyczno-komunikacyjnej.

– Aktywność rynkowa odbiorców i prosumentów będzie zróżnicowana, co oznacza konieczność przygotowania urozmaiconych ofert i przeprowadzenia systemu segmentacji oraz tworzenia profili odbiorców.

– Zorientowanie firmy na klienta i konieczna do tego zmiana organizacji procesów biznesowych, mentalności i przyzwyczajeń pracowników dla obecnych dostawców energii mogą stanowić o podstawie ich egzystencji.

– Masowe zaangażowanie odbiorców w produkcję energii zmieni pozycję dostawców energii. Aby utrzymać przewagę konkurencyjną muszą oni tworzyć nowe oferty usług i nowe modele biznesowe dla partnerów rynku energii.

– Udział odbiorców w programach reakcji strony popytowej i w rynku energii oznacza konieczność inwestycji w infrastrukturę techniczną, systemy informatyczno-komunikacyjne i promocję nowych programów. Koszty tych inwestycji są bardzo wysokie[3], stąd istnieje potrzeba stworzenia modelu zwrotów kosztów inwestycji.

– Istotne znaczenie dla rozwoju energetyki prosumenckiej mają systemy wsparcia finansowego. Taki system musi być starannie przygotowany, albowiem promowanie energetyki odnawialnej, poza systemem energetycznym (system cen gwarantowanych czy zielonych certyfikatów), burzy zasady działania rynku, gdyż obniża ceny konwencjonalnej energii elektrycznej, prowadząc do paradoksalnej sytuacji, w której ceny te mogą przyjąć wartości ujemne.

Jak wykazano w pracy, istnieje wiele czynników wpływających na zaangażowanie odbiorcy w działania na rynku energii. Przeprowadzone badania dotyczyły oczekiwań odbiorców związanych z potencjalnymi nowymi możliwościami zarządzania energią. Niewielka grupa odbiorców w Polsce posiada obecnie zainstalowane inteligentne urządzenia pomiarowe, jeszcze mniejsza ma możliwość śledzenia efektów podejmowanych działań, korzystania z ofert zróżnicowanych taryf i wpływu warunków regionalnych. Szerszy dostęp odbiorców do nowych rozwiązań pozwoli na badanie rzeczywistych reakcji i czynników motywujących odbiorców do zmiany działań. Równie istotne będzie badanie zmienności czynników motywacyjnych i zmiany preferencji w zakresie oferowanych programów DSM oraz czynników porzucania programów (trwałego lub tymczasowego) w warunkach rozwiniętego rynku energii. Analiza tej zmienności pozwoli na budowę modeli optymalizacji zarządzania popytem na energię grupy prosumentów.

Dla rozwoju Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych istotne są wszelkie prace badawcze związane z rozwojem infrastruktury sieci oraz technologii zwiększania sprawności energetycznej urządzeń produkujących, wykorzystują-

[3] Nakłady na wdrożenie AMI w Polsce oszacowano od 7,8 mld zł w scenariuszu optymistycznym do 10,2 mld w pesymistycznym. *Studium wdrożenia inteligentnego pomiaru energii elektrycznej w Polsce*. Podsumowanie zarządcze, dokument z dnia 6 maja 2010 r., PTPiREE, http://www.piio.pl/dok/raport_ami_podsumowanie_zarzadcze.pdf

cych i magazynujących energię, jak również systemów automatyki zarządzania na poziomie urządzeń, gospodarstw domowych, budynków i mikrosieci.

W zakresie zmiany aktywności odbiorcy na rynku energii, a w szczególności w obszarze badań kontynuujących prace, zaprezentowanych w niniejszej rozprawie, pozostaną zagadnienia:

– badania stopnia, do jakiego odbiorcy będą zainteresowani nową ofertą dostawców energii,
– badanie preferencji aktualnych i oczekiwanych usług dostarczanych przez dostawców energii,
– badanie akceptacji przyjętych rozwiązań ICT wspomagających zarządzanie zużyciem energii, w tym ocena przydatności informacji zwrotnej dotyczącej efektów działań odbiorcy,
– wpływ rozwiązań ICT na wybór ofert programów DSM,
– identyfikacja i ocena czynników wpływających na zmiany oraz odchodzenie (czasowe i trwałe) od programów DSM i programów aktywnego uczestnictwa w rynku,
– dynamika przemian czynników zmiany roli i preferencji programów aktywnego zarządzania popytem,
– ocena wpływu działań kampanii edukacyjnych i promocyjnych na aktywację działań odbiorcy,
– identyfikacja i analiza czynników decydujących o formowaniu grup prosumentów,
– identyfikacja skali terytorialnej efektywnie działających grup prosumenckich,
– dynamika rozwoju grup prosumenckich,
– identyfikacja czynników zmiany barier wpływających na zmianę roli odbiorcy,
– identyfikacja potrzeb w zakresie doradztwa związanego z optymalnym zużyciem energii zarówno indywidualnych odbiorców, jak i grup prosumentów,
– analiza efektywności zaproponowanego modelu aktywizacji odbiorców.

Przyrost wiedzy w zakresie rozwiązań dla Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych jest bardzo dynamiczny. Świadomość odbiorców w zakresie zmian na rynku energii rośnie. Odbiorcy poszukują rozwiązań zapewniających im dodatkowe korzyści z usług związanych z dostawą, konsumpcją i produkcją energii, spersonalizowanego systemu komunikacji i ofert zgodnych z prowadzonym stylem życia, które znacznie wykraczają poza obecny zakres świadczonych przez dostawców energii usług. Wraz z większym dostępem odbiorców do rozwiązań oferowanych dla inteligentnego domu, dostawcy energii będą mieli możliwość poszerzania zakresu świadczonych usług. Oczekiwania, odbiorców energii, zmiana ich roli na rynku energii oraz rosnące możliwości technologiczne otwierają drogę do pojawienia się nowych graczy rynkowych, co powinno

przyczynić się do tworzenia procesu konwergencji w sektorze energetycznym. Przedsiębiorstwa, które przeprowadzą badania mające na celu zrozumienie zachowań i percepcję odbioru nowych programów przez odbiorców, będą mogły zaoferować im oczekiwaną wartość dodaną i przyjąć pozycję liderów na ewoluującym rynku energii.

Ze względu na rozległość tematu, niniejsza rozprawa z pewnością nie wyczerpała i nie poruszyła wszystkich zagadnień związanych z wprowadzaniem nowych rozwiązań w zakresie zarządzania popytem na energię dla odbiorców z grupy gospodarstw domowych. Prace w tym obszarze prowadzone są przez wiele instytucji i przedsiębiorstw energetycznych, będą również kontynuowane przez autorkę, a wyniki badań staną się przedmiotem kolejnych

Literatura

Accenture (2010), *Understanding Consumer Preferences in Energy Efficiency Accenture End-consumer Observatory on Electricity Management 2010*, http://www.accenture.com/SiteCollectionDocuments/PDF/Understanding_Consumer_Preferences_Energy_Efficiency_10-0229_Mar_11.pdf [dostęp 2.07.2012]

Accenture (2011a), *Achieving High Performance in the Home Energy Services Market. A Review of Opportunities for Energy Service Providers in the United Kingdom,* http://www.accenture.com/SiteCollectionImages/Resources_Pull2/Research_and_Insights/Accenture-Achieving-High-Performance-in-the-Home-Energy-Services-Market.pdf [dostęp 2.07.2012]

Accenture (2011b), *Revealing the Values of the New Energy Consumer Accenture End-consumer Observatory on Electricity Management 2011*, http://www.accenture.com/Microsites/microsoft-dynamics-crm/Documents/pdf/Accenture_Revealing_Values_New_Energy_Consumer.pdf [dostęp 2.07.2012]

Accenture (2012a), *Actionable Insights for the New Energy Consumer Accenture End-consumer Observatory 2012*, http://www.accenture.com/SiteCollectionDocuments/PDF/Accenture-Actionable-Insights-New-Energy-Consumer.pdf [dostęp 20.07.2013]

Accenture (2012b), *The New Energy Consumer Balancing Strategic and Operational Imperatives Reference Guide 2.0*, http://nstore.accenture.com/acn_com/PDF/Accenture-Balancing-Strategic-Operational-Imperatives.pdf [dostęp 20.07.2013]

Ackermann T., Lund P., Martensen N., Tröster E. (2008), *Overview of the Danish Cell Project*, http://www.energynautics.com/downloads/kompetenzen/Cell_Project_Presentation.pdf [dostęp 10.07.2013]

Adamczyk W. (2012), *Współczesne problemy zrównoważonej produkcji i zrównoważonej konsumpcji*, „Zarządzanie i Finanse", R. 10, nr 3, cz. 2

Aghaei J., Alizadeh M.I. (2013), *Demand Response in Smart Electricity Grids Equipped with Renewable Sources: A Review*, „Renewable and Sustainable Energy Reviews", Vol. 18

Agsten M., Bauknecht D., Becker A., Brinker W., Conrads R., Diebels V., Erge T., Feuerhahn S., Heinemann C., Hermsmeier J., Hollinger R., Klose T., Koch M., Mayer C., Pistoor G., Rosinger C., Rüttinger H., Schmedes T., Stadler M. (2013), *eTelligence Final Report. New Energy Resources Requires a New Approach*, http://www.e-energy.de/documents/EWE_102189_EVE_eTelligence_Abschlussbericht_Inhalt_GB_Internet_sc_pdf.pdf [dostęp 2.08.2013]

Aktualizacja prognozy zapotrzebowania na paliwa i energię do roku 2030, (2011), Agencja Rynku Energii SA na zamówienie Ministerstwa Gospodarki, Warszawa, wrzesień, http://www.mg.gov.pl/files/upload/11099/ARE%20MG_2011_Raport_koncowy_01_09_2011.pdf [dostęp 2.08.2013]

Albadi M.H., El-Saadany E.F. (2008), *A Summary of Demand Response in Electricity Markets*, „Electric Power Systems Research", Vol. 78, Issue 11, November

Altkorn J., Kramer T. (1988), *Leksykon Marketingu*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa

Arabas J., Adamowicz Ł. (2003), *Planowanie pozycji kontraktowej przy zróżnicowanych cenach rynku bilansującego*, „Elektroenergetyka", nr 3/2003 (46), PSE SA

Ashton K. (2009), *That "Internet of Thing" Thing*, „RFID Journal", June 22, http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986 [dostęp 10.07.2013]

Assessment of Smart Grid Applications for Palo Alto and Customer Survey Results (2011), RKS Research&Consulting, January, http://archive.cityofpaloalto.org/civica/filebank/blobdload.asp?BlobID=26928 [dostęp 2.08.2013]

ATKearney (2013), *Infrastruktura Sieci Domowej (ISD) w ramach Inteligentnych Sieci/HAN within Smart Grids*. *Raport rynkowo-społeczny*, http://www.ure.gov.pl/download/1/6347/Raport_rynkowy__final_v4.pdf [dostęp 3.05.2013]

Augustyniak Sz. (2013), *IT zmienia strategię biznesową*, 8-07-2013, http://www.klubcio.pl/artykuly/391059/IT.zmienia.strategie.biznesowa.html [dostęp 2.08.2013]

Avery C. (2012), *Dane na przyszłość: 20 lat zrównoważonego rozwoju w Europie?*, Eurostat, http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_PUBLIC/2_PL/EN/2_PL-EN.PPT [dostęp 2.08.2013]

Axsen J., Kurani K.S. (2012), *Interpersonal Influence within Car Buyers' Social Networks: Applying Five Perspectives to Plug-In Hybrid Vehicle Drivers*, „Environment and Planning A", Vol. 44

Axsen J., Mountain D.C., Jaccard M. (2009), *Combining Stated and Revealed Choice Research to Simulate the Neighbor Effect: The Case of Hybrid-Electric*, „Vehicles Resource and Energy Economics", Vol. 31, Issue 3

Baker S., Filipiak N., Timlin K. (2010), *In the Dark: Crucial Industries Confront Cyberattacks*, McAfee second annual critical infrastructure protection report written with the Center for Strategic and International Studies (CSIS), McAfee, http://www.mcafee.com/us/resources/reports/rp-critical-infrastructure-protection.pdf [dostęp 10.08.2013]

Bampo M., Ewing M., Mather D, Stewart D., Wallace M., (2008), *The Effects of the Social Structure of Digital Networks on Viral Marketing Performance*, „Information Systems Research", No. 3, Vol. 19

Bando M., Cylwik A., Elżanowski F., Kucińska A., Kilesa M. (2009), *Dostosowanie systemu wsparcia dla energii elektrycznej pochodzącej z odnawialnych źródeł energii do zmian zachodzących w kosztach wytwarzania energii z paliw kopalnych*, Opracowanie na zlecenie Ministerstwa Gospodarki", CASE-Doradcy Spółka z o.o, Warszawa, http://www.mg.gov.pl/files/upload/13551/RAPORT%20systemy%20wsparcia%20OZE%20-%20wersja%20ko%C5%84cowa.pdf [dostęp 10.08.2013]

Bansal R., Pandey J. (2005), *Load Forecasting Using Artificial Intelligence Techniques: A Literature Survey*, „International Journal of Computer Applications in Technology", No. 2/3, Vol. 22

Barcik R., Jakubiec M. (2012), *Analiza rynku i prognozowanie popytu jako niezbędne działania dla prawidłowego funkcjonowania logistyki*, „Logistyka", nr 2

Bartkiewicz W. (2000), *Neuro-Fuzzy Approach to Short-Term Electrical Load Forecasting*, [w:] S.I. Amari, C.L. Giles, M. Gori, V. Piuri (eds.), *Neural Computing: New Challenges and Perspectives for the New Millenium*, Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks, IJCNN2000, Como, Italy, July 24–27, „IEEE Computer Society Press", Vol. 6

Bartkiewicz W., Gontar Z., Zieliński J., Bardzki W. (1998), *Short-Term Electric Load Forecasting in Transformation Period*, [w:] Proceedings International ISCC/IFAC Symposium on Neural Computation, NC'98, Vienna

Bartkiewicz W., Gontar Z., Zieliński J., Bardzki W. (2000), *Neural-Heuristic Approach to Short-Term Electrical Load Forecasting Problems*, [w:] Proceedings of the Second International ICSC Symposium on Neural Computation, NC'2000, Berlin, Germany, May 21–26, ICSC Academic Press

Bartkiewicz W., Gontar Z., Zieliński J., Bardzki W. (2000), *Uncertainty of the Short-Term Load Forecasting in Utilities*, [w:] S.I. Amari, C.L. Giles, M. Gori, V. Piuri (eds.), *Neural Computing: New Challenges and Perspectives for the New Millenium*, Proceedings of the Interna-

tional Joint Conference on Neural Networks IJCNN2000, Como, Italy, July 24–27, IEEE Computer Society Press, Vol. VI

Bartush C., Wallin F., Odlare M., Vassileva I., Wester L. (2011), *Introducing a Demand-Based Electricity Distribution in the Residential Sector: Demand Response and Customer Perception*, „Energy Policy", Vol. 39, Issue 9

Beer M., Eisenstat R., Spector B. (2011), *Dlaczego programy transformacyjne nie wywołują postulowanych zmian*, [w:] *O zmianie*, „Harward Business Review Polska"

Bengtson A. (2013), *Implementing Agreement on Demand-Side Management Technologies and Programmes*, IEA, January, http://www.ieadsm.org/Files/Exco%20File%20Library/Annual%20Reports/Annual%20report%202012_webb.pdf [dostęp 8.08.2013]

Berg P. (2012), *Energia odnawialna – branża odporna na kryzys. Szalony wyścig po energię*, Polityka.pl, 24.06.2012, http://www.polityka.pl/nauka/ekologia/1528069,1,energia-odnawialna-branza-odporna-na-kryzys.read#ixzz2cJZQ3YbF [dostęp 10.08.2013]

Bertoldi P., Hirl B., Labanca N. (2013), *Energy Efficiency Status Report 2012. Electricity Consumption and Efficiency Trends in the EU-27*, European Commission Joint Research Centre Institute for Energy and Transport, http://iet.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/sites/energyefficiency/files/energy-efficiency-status-report-2012.pdf [dostęp 2.08.2013]

Beywatch results (2013), http://www.beywatch.eu/results.php [dostęp 20.07.2013]

Bielewicz K. (2011), *Smart metering a sterowanie popytem*, „Energetyka", nr 2–3/2011

Bielski J. (1998), *Podstawy marketingu*, Towarzystwo Naukowe Organizacji i Kierownictwa „Dom Organizatora", Toruń

Blaik P. (2010), *Logistyka. Koncepcja zintegrowanego zarządzania*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa

Blaik P., Matwiejczuk R. (2009), *Logistyka a inne przekrojowe koncepcje zarządzania w procesie tworzenia wartości*, „Logistyka i Transport", Zeszyty Naukowe Międzynarodowej Wyższej Szkoły Logistyki i Transportu we Wrocławiu, nr 1(8), Materiały konferencyjne z konferencji naukowo-technicznej pt. „Integracja systemów logistycznych", Wrocław

Bober D. (2009), *Sterowanie popytem na energię elektryczną w sytuacjach niedoboru mocy – przegląd metod*, „Rynek Energii", nr 1

Bolanowski W. (2012), *III Poland and CEE Customer Loyalty Summit – rzecz o NPS*, http://bankowymokiem.pl/blog/entry/iii_poland_and_cee_customer [dostęp 20.07.2013]

Bouffard F., Gonzalez-Longatt F., Su J., Jimeno J., Laresgoiti I., Noce Ch., Russo M. (2010), *Application of the ADDRESS Conceptual Architecture in Four Specific Scenarios*, http://www.addressfp7.org/config/files/ADD-WP1_ADDRESS_scenarios-v1.0.pdf [dostęp 2.08.2013]

Bradley P., Leach M., Torriti J. (2013), *A Review of Costs and Benefits of Demand Response for Electricity in the UK*, „Energy Policy", Vol. 52

Bradley T., Frank A. (2009), *Design, Demonstrations and Sustainability Impact Assessments for Plug-in Hybrid Electric Vehicles*, „Renewable and Sustainable Energy Reviews", Vol. 13, Issue 1

Bradley R. (2009), *Corporate Social Responsibility and Energy*, „Culture and Civilization", Vol. 1

Braithwait S. (2010), *Behavior Modification*, IEEE Power & Energy Magazine, Vol. 8, Issue 3

Bremdal B.A. (2011), *Prosumer Oriented Business in the Energy Market*, Energy and Finance Conference in Rotterdam, The Erasmus School of Economics, October 5–6

Breukers S.C., Heiskanen E., Brohmann B., Mourik R.M., Feenstra C.F.J. (2011), *Connecting Research to Practice to Improve Energy Demand-Side Management (DSM)*, „Energy", Vol. 36, Issue 4

Brown R. (2009), *Public Relations and Social Media. How to Use Social Media and Web 2.0 in Communications*, Kogan Page Ltd, London and Philadelphia

BSI (2013), *Smart Meter Gateway Protection Profile*, https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/SmartMeter/smartmeter_node.html [dostęp 10.07.2013]

Burgelman R., Christensen C., Wheelwright S. (2009), *Strategic Management of Technology and Innovation*, McGraw Hill, New York

Cavoukian A., Polonetsky J., Wolf C. (2010), *Smartprivacy for the Smart Grid: Embedding Privacy into the Design of Electricity Conservation*, „IDIS", Vol. 3, Issue 2

Ceny energii w Polsce na tle innych krajów Europy (2012), GramwZielone.pl; http://gramwzielone.pl/dom-energooszczedny/2893/ceny-energii-w-polsce-na-tle-innych-krajow-europy [dostęp 8.08.2013]

Cesarki M. (2011), *Mieszkanie i warunki mieszkaniowe jako wyznacznik procesów demograficznych – Polska na tle powojennej Europy Zachodniej*, [w:] J. Osiński (red.), *Współczesne problemy demograficzne – rzeczywistość i mity. Ujęcie krajowe, regionalne i globalne*, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa

Chandler H. (2008), *Empowering Variable Renewables: Options for Flexible Electricity Systems*, OECD/IEA, http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Empowering_Variable_Renewables.pdf [dostęp 8.08.2013]

Christopher M. (2004), *Logistyka marketingowa*, PWE, Warszawa

Ciesielski M., Taberski J. (2010), *Marketing a Logistyka*, „Logistyka", nr 6/2010

Cieślak M. (2005), *Prognozowanie gospodarcze. Metody i zastosowania*", PWN, Warszawa

Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Smart Grids: from Innovation to Deployment (2011), Paper COM (2011) 202 Final, European Commission, Brussels

Consumer Pulse Research Program Wave 2 – Summary of Finding (2012), SGCC, January, http://smartgridcc.org [dostęp 8.08.2013]

Cooper C., Jones K.B. (2012), *ComEd's Smart Grid Innovation Corridor: Piloting the Regulatory Environment in Illinois*, Institute for Energy and the Environment Vermont Law School, Smart Grid Case Study Series – Case 4, October, http://www.vermontlaw.edu/Documents/ComEd-Case-Study-Final.pdf [dostęp 8.08.2013]

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

Cyplik P. (2005), *Zastosowanie klasycznych metod zarządzania zapasami do optymalizacji zapasów magazynowych – case study*, LogForum, No. 4, Vol. 1, Issue 3

Czapla T. (2011), *Modelowanie kompetencji pracowniczych w organizacji*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź

Dabur P., Singh G., Yadav N. (2012), *Electricity Demand Side Management: Various Concept and Prospects*, „International Journal of Recent Technology and Engineering", Vol. 1, Issue 1, April

Dahlbom B., Greer H., Egmond C., Jonkers R. (2009), *Changing Energy Behaviour: Guidelines for Behavioural Change Programmes. Report by the BEHAVE Project*; Supported by Intelligent Energy Europe Programme of the European Commission, http://www.cres.gr/behave/pdf/Guidelines_Changing_Energy_Behaviour.pdf [dostęp 8.08.2013]

Darby S. (2001), *Making it Obvious: Designing Feedback into Energy Consumption*, [w:] *Energy Efficiency in Household Appliances and Lighting*, January

Darby S. (2006), *The Effectiveness of Feedback on Energy Consumption. A Review for Defra of the Literature on Metering, Billing and Direct Displays*, http://www.eci.ox.ac.uk/research/energy/downloads/smart-metering-report.pdf [dostęp 8.08.2013]

Darby S. (2011), *New Practices and Institutions – Developing an Active Electricity Demand Side*, University of Oxford, http://www.exeter.ac.uk/few/documents/presentations/Sarah_Darby_New_practices_and_institutions.pdf [dostęp 8.07.2013]

Darby S.J., McKenna E. (2012), *Social Implications of Residential Demand Response in Cool Temperate Climates*, „Energy Policy", Vol. 49

David A.K., Li Y.Z. (1992), *Consumer Rationality Assumptions in the Real-Time Pricing of Electricity*, „IEE Proceedings-C", Vol. 139, Issue 4, July

Dent I., Aickelin U., Rodden T. (2011), *The Application of a Data Mining Framework to Energy Usage Profiling in Domestic Residences Using UK Data*, Proceedings of the Research Students' Conference on „Buildings Don't Use Energy, People Do?" – Domestic Energy Use and CO_2 Emissions in Existing Dwellings, 28 June 2011, Bath, UK

Dent I., Aickelin U., Rodden T., Craig T. (2012), *Finding the Creatures of Habit; Clustering Households Based on their Flexibility in Using Electricity*, Digital Future, http://arxiv.org/pdf/1307.2111.pdf [dostęp 8.08.2013]

Deszczyński B. (2011), *CRM-strategia, system, zarządzanie zmianą*, Wydawnictwo Oficyna, Warszawa

Doligalski T. (2013), *Internet w zarządzaniu wartością klienta*, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa

Domańska K. (2009), *Kim jest prosument*, „Marketing w Praktyce", nr 2

Doyle P., Bridgewater S. (1988), *Innovation in Marketing*, Butterworth Heinemann marketing series, Routledge Taylor & Francis Group, London and New York

Drucker P. (1976), *Skuteczne zarządzanie*, PWN, Warszawa

Dryl T., (2012) *Zaufanie jako element zarządzania marką*, Prace i Materiały Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Gdańskiego, Nr 2/2

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, http://www.ure.gov.pl/portal/pl/234/4351/Dz_U_UE_L_0921155.html [dostęp 8.08.2013]

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków, Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej, 18.6.2010, http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:pl:PDF [dostęp 8.08.2013]

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE z dnia 25 października 2012 r. w sprawie efektywności energetycznej, zmiany dyrektyw 2009/125/WE i 2010/30/UE oraz uchylenia dyrektyw 2004/8/WE i 2006/32/WE, Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej, nr L315/1 z dnia 14 listopada 2012 r. http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:315:0001:0056:PL:PDF [dostęp 8.08.2013]

Efektywność wykorzystania energii w latach 1999–2009 (2011), GUS, Warszawa, http://www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/se_efektywnosc_wykorzystania_energii_1999-2009.pdf [dostęp 8.08.2013]

Elzen B., Wieczorek A. (2005), *Transitions Towards Sustainability Through System Innovation,* „Technological Forecasting And Social Change", Vol. 72, Issue 6, July

England M. (2013), *Driving Demand Response – Catch 22*, White Paper, Sentec, May 2013 http://www.sentec.co.uk/consulting/news-thinking/white-papers/driving-dem-response-catch-22 [dostęp 18.08.2013]

EPRI (2008), *The Green Grid Energy Savings and Carbon Emissions Reductions Enabled by a Smart Grid 1016905*, Electric Power Research Institute, Palo Alto

EPRI (2012), *eTelligence Project Summary*, Electric Power Research Institute, Palo Alto, http://smartgrid. epri.com/doc/eTelligence%20Project%20Summary.pdf [dostęp 8.08.2013]

Erickson F., Klos M., Bryant E., Ringhof S.L. (2008), *Communicating Thermostats for Residential Time-of-Use Rates: They Do Make a Difference*, ACEEE Summer Study 2008, http://klosen ergy .com/ACEEE2008FINAL637TOUCPPppt.pdf

Erlinghagen S., Markard J. (2012), *Smart Grids and the Transformation of the Electricity Sector: ICT Firms as Potential Catalysts for Sectoral Change*, „Energy Policy", Vol. 51

Etzioni A. (2002), *Towards a Socio-economic Paradigm*, [w:] J.R. Hollingsworth, K.H. Müller, E.J. Hollingsworth (eds.), *Advancing Socio-economics: An Institutionalist Perspective*, Rowman and Littlefield Publishers, Inc., Oxford

Eurostat (2009), *Harmonised European Time Use Surveys 2008 Guidelines*, European Communities, http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-RA-08-014/EN/KS-RA-08-014-EN.PDF [dostęp 7.08.2013]

Excellence in Consumer Engagement (2011), Smart Grid Consumer Collaborative. October, http://smartgridcc.org/wp-content/uploads/2011/10/SGCC-Excellence-in-Consumer-Engagement.pdf [dostęp 8.08.2013]

Eyrolles P., Belhomme R., Brown C., Gonzalez R., Delgado I., Valtorta G., De Simone A., Sartore S., Abi Ghanem D., Burgers J., Kropman P., Ectors D. (2011), *Description of Test Location and Etailed Test Program for (Limited) Prototype Field Test, Simulations and Hybrid Tests.* D6.1., ADDRESS Project

Fajfer P., Koliński A. (2012), *Problem integracji systemów informatycznych w łańcuchach dostaw*, „E-mentor", nr 1 (43)/2012

Faria P., Vale Z. (2011), *Demand Response in Electrical Energy Supply: An Optima Real Time Pricing Approach*, „Energy", Vol. 36, Issue 8

Faruqui A., Sergici S., Sharif A. (2010), *The Impact of Informational Feedback on Energy Consumption – A Survey of the Experimental Evidence*, „Energy", Vol. 35, Issue 4

Fischer C. (2008), *Feedback on Household Electricity Consumption: A Tool for Saving Energy?*, Energy Efficiency, http://www.euro-ciss.eu/fileadmin/user_upload/Redaktion/Seco@home/nachhaltiger_Energiekonsum/Literatur/Psychologie/fischer_fulltext.pdf [dostęp 2.08.2013]

Flick T., Morehouse J. (2011), *Securing the Smart Grid. Next Generation Power Grid Security*, Syngress, Burlington

Franke N., von Hippel E., Schreier S. (2006), *Finding Commercially Attractive User Innovations: A Test of Lead User Theory*, „Journal of Product Innovation Management", Vol. 23, Issue 4, July

Gajda J.B. (2001), *Prognozowanie i symulacja a decyzje gospodarcze*, C.H. Beck, Warszawa

Gajewski Ł. (2009), *Prosumpcja – praktyki konsumenckiej innowacyjności*, „E-mentor", nr 2 (29)/2009, http://www.e-mentor.edu.pl/artykul/index/numer/29/id/631 [dostęp 20.08.2013]

Gazeta Prawna (2013), *Inteligentne liczniki prądu w każdym domu. Wszyscy za nie zapłacimy*, 26.04.2013, http://serwisy.gazetaprawna.pl/energetyka/artykuly/700627,inteligentne_ liczniki_pradu_w_kazdym_domu_wszyscy_za_nie_zaplacimy.html [dostęp 20.08.2013]

Gellings C.W. (2009), *The Smart Grid: Enabling Energy Efficiency and Demand Response*, The Fairmont Press

Geels F. (2005), *Processes and Patterns in Transitions and System Innovations: Refining the Co-Evolutionary Multi-Level Perspective*, Technol. Forecast. Soc. Change 72

Geels F.W. (2011), *The Multi-Level Perspective on Sustainability Transitions: Responses to Seven Criticisms*, „Environmental Innovation and Societal Transitions", Vol. 1, Issue 1, June

Geels F.W., Raven R. (2006), *Non-Linearity and Expectations in Niche Development Trajectories: Ups and Downs in Dutch Biogas Development (1973–2003)*, „Technology Analysis and Strategic Management", Vol. 18, Issue 3–4

Gibbert M., Leibold M., Probst G. (2002), *Five Styles of Customer Knowledge Management and How Smart Companies Use Them to Create Value*, „European Management Journal", Vol. 20, Issue 5

Gilbert E., Masłowski R., Schare S., Cooney K. (2010), *Impacts on Smart Grid Technologies on Residential Energy Efficiency*, ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings, http://www.aceee.org/files/proceedings/2010/data/papers/2219.pdf [dostęp 20.08.2013]

Giordano V., Gangale F., Fulli G., Jiménez M.S. (2011), *Smart Grid Projects in Europe: Lessons Learned and Current Developments*, JRC, http://ses.jrc.ec.europa.eu/sites/ses/files/documents/smart_grid_projects_in_europe_lessons_learned_and_current_developments.pdf [dostęp 20.08.2013]

Godes D., Mayzlin D. (2004), *Using Online Conversations to Study Word-of-Mouth Communication*, „Marketing Science", Vol. 23, No 4

Gogołek W. (2006), *Technologie informacyjne mediów*, Oficyna Wydawnicza ASPRA-JR, Warszawa

Gontar Z. (1998), *Sensitivity Analysis Based Variable Selection in Linear Regression and Neural Model Identification a Case Study in Short-Term Electric Peak Load Forecasting*, Proceedings 2nd Symposium „Analysis of Model Output", SAMO'98, Venice, Italy

Gontar Z., Hatziargyriou N. (2001), *Short Term Load Forecasting with Radial Basis Function Network*, [w:] Power Tech Proceedings, IEEE Porto, Vol. III, 10–13 September, Porto

Green L.W., Kreuter M.W. (1999), *Health Promotion Planning: An Educational and Environmental Approach*, Mayfield Pub. Co.

Gregor B., Stawiszyński M. (2011), *Od e-commerce do social-commerce – zmiany zachodzące w handlu elektronicznym i Internecie a e-klienci (trendy i wyzwania)*, „Handel wewnętrzny", nr 9/10

Gregor B., Stawiszyński M. (2012), *Wykorzystanie mediów społecznościowych w przedsiębiorstwach*, Zeszyty Naukowe, nr 702, Ekonomiczne Problemy Usług, nr 87, Uniwersytet Szczeciński, Szczecin

Grudzewski W., Hejduk I. (2004), *Zarzadzanie wiedzą w przedsiębiorstwach*, Difin, Warszawa

Grudzewski W., Hejduk I., Sankowska A., Wańtuchowicz M. (2009), *Zarządzanie zaufaniem. Wybrane problemy*, „Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstwa", nr 3

Gudi N., Wang L., Devabhaktuni V. (2012), *A Demand Side Management Based Simulation Platform Incorporating Heuristic Optimization for Management of Household Appliances*, „Electrical Power and Energy Systems", Vol. 43, Issue 1

Gulczyński M. (2011), *Harbingers of the Civilization of Rational Prosperity*, „ATHENÆUM Polish Political Science Studies", Vol. 29/2011

Gulczyński M. (2012), *Zadania trzeciej transformacji industrialnej cywilizacji*, http://gulmar28.wordpress.com/2012/10/09/zadania-trzeciej-transformacji-industrialnej-cywilizacji/ [dostęp 20.08.2013]

GUS (2012), *Energia ze źródeł odnawialnych w 2011 roku*, GUS, Warszawa, http://www.stat.gov.pl/gus/5840_3680_PLK_HTML.htm [dostęp 20.08.2013]

GUS (2012), *Zużycie energii w gospodarstwach domowych w 2009 r.*, GUS, Warszawa, http://www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/SE_zuzycie_energii_gosp_dom_2009.pdf [dostęp 20.08.2013]

Hahnel U.J.J., Golz S., Spada H. (2011), *Introducing Human Factors Psychology to Vehicale-to-Grid Technologies*, konferencja „Smart Grids and E-Mobility", Munich

Hajdrowski K. (2006), *Tworzenie wspólnego europejskiego rynku energii*, Biuletyn Urzędu Regulacji Energetyki, nr 2/2006

Haney A.B., Jamasb T., Platchkov L.M., Pollitt M.G. (2010), *Demand Side Management Strategies and the Residential Sector: Lessons from International Experience*, http://www.dspace.cam.ac.uk/bitstream/1810/242085/1/cwpe1060.pdf [dostęp 10.08.2013]

Hatziargyriou N. (2009), *The More Microgrid Project*, http://ec.europa.eu/research/conferences/2009/smart_networks/pdf/microgrids.pdf [dostęp 10.08.2013]

Herer K. (2007), *Residential Implementation of Critical-Peak Pricing of Electricity*, „Energy Policy", Vol. 35, Issue 4

Høgenhaven C., Wise E., Bisgaard T., Rosenstand C., Jensen J., Fridriksson K., Skjetne J., Søndergaard A. (2012), *Popytowe podejście do tworzenia innowacji – doświadczenia krajów skandynawskich*, Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, Warszawa

Hollebeek L. (2009), *Demystifying Customer Engagement: Toward the Development of a Conceptual Model*, Proceedings of ANZMAC 2009 Conference, Melbourne

Hollebeek L. (2013), *The Customer Engagement/Value Interface: An Exploratory Investigation*, „Australasian Marketing Journal", Vol. 21, Issue 1

Honebein P. (2006), *Co-production Experience' and the Satisfied Customer*, MarketingProfs, http://www. marketingprofs.com/6/honebein1.asp [dostęp 20.08.2013]

Honebein P.C., Cammarano R.F., Boice C. (2011), *Building a Social Roadmap for the Smart Grid*, „The Electricity Journal", Vol. 24, Issue 4 [dostęp 20.08.2013]

Houde S., Todd A., Sudarshan A., Flora J.A., Armel K.C. (2011), *Real-time Feedback and Electricity Consumption: A Field Experiment Assessing the Potential for Savings and Persistence*, Stanford University, http://www.stanford.edu/group/peec/cgibin/docs/behavior/research/FieldExperimentPowermeter_vrevised_May2012_authors_vf_pdf.pdf [dostęp 9.07.2013]

http://www.addressfp7.org

Huang A.Q., Crow M.L., Heldt G.T., Zheng J.P., Dale S.J. (2009), *The Future Renewable Electric Energy Delivery and Management (FREEDM) System: The Energy Internet*, http://www.erc-assoc.org/sites/default/files/factsheets/FREEDM_Factsheet_2009-final.pdf [dostęp 9.08.2013]

Huang S., Hodge B.-M.S., Taheripur F., Pekny J.F., Reklaitis G.V., Tyner W.E. (2011), *The Effects of Eletricity Pricing on PHEV Competitiveness*, „Energy Policy", Vol. 39, Issue 3

Hughes M. (2008), *Marketing szeptany. Buzzmarketing*, MT Biznes, Warszawa

IBM (2011), *Global Utility Consumer Survey*, http://www.smartgridnews.com/artman/uploads/1/IBM_2011_Global_Utility_Survey_Fact_Sheet [dostęp 15.01.2013]

Interpretative Note on Directive 2009-72/EC Concerning Common Rules for the International Market in Electricity and Directive 2009/73/EC Concerning Common Rules for the International Market in Natural Gas. Retail Markets (2010), EC Brussels, http://ec.europa.eu/energy/gas_electricity/interpretative_notes/doc/implementation_notes/2010_01_21_the_unbundling_regime.pdf [dostęp 1.06.2013]

Jakobsson C. (2004), *Accuracy of Household Planning of Car Use: Comparing Prospective to Actual Car Logs*, „Transportation Research", Vol. 7, No 1

Jørgensen U. (2005), *Energy Sector in Transition-Technologies and Regulatory Policies in Flux*, „Technological Forecasting and Social Change", Vol. 72, Issue 6

Kabalski P. (2012), *Wybrane problemy stosowania międzynarodowych standardów sprawozdawczości finansowej w Polsce. Organizacja, Kultura, Osobowość, Język*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź

Kaczmarek-Śliwińska M. (2011), *Zarządzanie komunikacją organizacji w obszarze social media*, Zeszyty Naukowe, nr 659, Problemy Zarządzania, Finansów i Marketingu, nr 18, Uniwersytet Szczeciński, Szczecin

Karnouskos S. (2011), *Future Smart Grid Prosumer Srvices*, Conference IEEE PES „Innovative Smart Grid Technologies Europe 2011", Manchester, 5–7 December

Karnouskos S., Serrano M., Marrón P.J., Marqués A. (2011), *Prosumer Interactions for Efficient Energy Management in Smartgrid Neighborhoods*, http://diktio.dyndns.org/files/2011_CIB.pdf [dostęp 8.06.2013]

Katz R., Koutroumpis P. (2012), *Measuring Socio-economic Digitization: A Paradigm Shift*, http://ssrn.com/abstract=2070035 [dostęp 8.06.2013]

Kaufmann L., Getachew L., Matos M. (2010), *"Top Down" Estimation of DSM Program Impacts on Natural Gas Usage*, „Pacific Economics Group Research", February, http://www.ontarioener gyboard.ca/OEB/_Documents/EB-2008-0346/top_down_estimation_DSM_2010 0319.pdf [dostęp 8.08.2013]

Kegan R., Laskow Lahey L. (2011), *Prawdziwe przyczyny oporu przed zmianą*, [w:] *O zmianie*, „Harward Business Review Polska"

Keirstead J. (2007), *Behavioural Responses to Photovoltaic System in the UK Domestic Sector*, „Energy Policy", Vol. 35, No 8

Kierzkowska M., (2013), *Obiecujące wyniki programu Inteligentna energia RWE*, http://www.e-elektryczna.pl/doc/biuletyn_I_2013.pdf [dostęp 15.05.2013]

Klein H.K., Kleinmann D.L. (2002), *The Social Construction of Technology: Structural Considerations*, „Science Technology and Human Values", Vol. 27

Kłos M. (2012), *Generacja rozproszona w krajowym systemie elektroenergetycznym – korzyści i problemy*, [w:] J. Rączka, M. Swora, W. Stawiany (red.), *Generacja rozproszona w nowoczesnej polityce energetycznej – wybrane problemy i wyzwania*, Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, Warszawa

Knecht Z. (2005), *Zarządzanie i planowanie marketingowe*, C.H. Beck, Warszawa

Kołodziej R. (2011), *Innowacja wartości a design*, 05.04.2011, http://cocreation.bblog.pl/kategoria,typy;innowacji,10014,strona,2.html [dostęp 8.08.2013]

Konrad K., Truffer B., Voß J.P. (2008), *Multi-Regime Dynamics in the Analysis of Sectoral Transformation Potentials: Evidence from German Utility Sectors*, „Journal of Cleaner Production", Vol. 16, Issue 11

Korzeniowski L. (2010), *Menedżment. Podstawy zarządzania*, EAS, Kraków

Kotler P., Armstrong G., Daunders J., Wong V. (2002), *Marketing. Podręcznik europejski*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa

Kotler P., Kartajaya H., Setiawan I. (2010), *Marketing 3.0*, MT Biznes, Warszawa

Kowalczyk A., Nogalski B. (2007), *Zarządzanie wiedzą. Koncepcje i narzędzia*, Difin, Warszawa

Krajowy plan działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych (2010), Ministerstwo Gospodarki, Warszawa, http://www.mg.gov.pl/files/upload/12326/KPD_RM.pdf [dostęp 8.08.2013]

Krajowy plan rozwoju mikroinstalacji z odnawialnych źródeł energii do 2020 roku. Synteza, (2013), Wiśniewski G. (red.), Instytut Energetyki Odnawialnej i Związek Pracodawców Forum Energetyki Odnawialnej, Warszawa, http://www.pl.boell.org/downloads/Krajowy_Plan_Rozwoju_Mikroinstalacji.pdf [dostęp 8.08.2013]

Krzak J., (2012), *Ograniczanie emisyjności pojazdów w transporcie drogowym. Pojazdy hybrydowe i elektryczne w Polsce – perspektywy i bariery rozwoju*, Biuro Analiz Sejmowych Kancelarii Sejmu Nr 1(29), Warszawa

Krzymiński A. (1997), *Marketing w transformacji gospodarki polskiej*, [w:] *Marketing jako przykład transformacji gospodarski i przedsiębiorstw na przykładzie Niemiec*, Fundacja Fredericha Eberta, SHG, Warszawa

Krysztopik M., Rudzewicz A. (2011), *Rola zaufania w gospodarce*, Zeszyty Naukowe, nr 662 Ekonomiczne Problemy Usług, nr 7, Uniwersystet Szczeciński, Szczecin

Krzyżanowski L.J. (1999), *O podstawach kierowania organizacjami*, PWN, Warszawa.

Kulesa M. (2012), *Rynek energii elektrycznej w Polsce w 2012 roku i w latach późniejszych*, ECiZ, nr 3, http://www.energetyka.e-bmp.pl/rynek-energii-elektrycznej-w-polsce-w-2012-roku-i-w-latach-pozniejszych,4617,art.html [dostęp 8.08.2013]

Kwasek A. (2004), *Idea zarządzania przez wartość dla klienta*, Biuletyn Polish Open University, Wyższa Szkoła Biznesu, „Zarządzanie Zmianami", nr 4/2004 (33)

Kwasek A. (2013), *Model zarządzania wykorzystujący CRM*, Magazyn biznesowy i akademicki „Sztuka Zarządzania", nr 38/39, http://www.wsz-pou.edu.pl/magazyn/?strona=mag_kwasek66&nr=66&p= [dostęp 8.08.2013]

Lampropoulos I., Vanalme G.M.A., Kling W.L. (2010), *A Methodology for Modeling the Behavior of Electricity Prosumers within the Smart Grid*, Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe (ISGT Europe), 2010 IEEE PES, 11–13 October

Laurent G., Kapferer J.N. (1985), *Measuring Consumer Involvement Profiles*, „Journal of Marketing Research", Vol. 22, No. 1

Lee H., Lee D., Kim T., Lee J. (2013), *The Moderating Role of Socio-Semantic Networks on Online Buzz Diffusion*, „Journal of Business Research", Vol. 66, Issue 9

Lech T., Podgórski G., Czerwonka P. (2011), *Chmura obliczeniowa*, Acta Universitatis Lodziensis, Folia Oeconomica nr 261/2011, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź

Levy P., (1997), *Collective Intelligence: Mankind's Emerging World in Cyberspace*, Perseus Books, Cambridge

Lineweber D.C. (2011), *Understanding Residential Customer Support for – and Opposition to – Smart Grid Investments*, „The Electricity Journal", Vol. 24, Issue 8

Lipko K., Parczewski Z., Tatarewicz I., Klimpel A. (2010), *Długoterminowe prognozy popytu na energię i moc elektryczną w kraju dla potrzeb rozwojowych PSE Operator SA*, „Elektroenergetyka", nr 1 (3)

Lipko K., Parczewski Z., Tatarewicz I., Klimpel A. (2010), *Długoterminowe prognozy popytu na energię i moc elektryczną w kraju dla potrzeb rozwojowych*, „Elektroenergetyka", nr 1 (3), PSE Operator SA

Litman, J.A. (2008), *Interest and Deprivation Factors of Epistemic Curiosity*, „Personality and Individual Differences", Vol. 44, Issue 7

Lotko A. (2006), *Zarządzanie relacjami z klientem. Strategie i systemy*, Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom

Majewski J. (2006), *Informatyka dla logistyki*, Instytut Logistyki, Poznań

Malko A., Wilczyński A. (2006), *Rynki energii – działania marketingowe*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław

Malko J. (2010), *Sieci inteligentne jako czynnik kształtowania sektora energii elektrycznej*, „Rynek Energii", nr 4/2010

Martin P., Wikler G., Shen B., Ghatikar G., Ni Ch.Ch., Dudley J. (2012), *Addressing Energy Demand through Demand Response: International Experiences and Practices*, Environmental Energy Technologies Division Lawrence Berkeley National Laboratory, ENERNOC, INC. http://eaei.lbl.gov/sites/all/files/LBL_5580E_Deman_Response_AZURE.June_2012_1.pdf [dostęp 1.08.2013]

Martyniuk D., Jar K., Suszek E. (2012), *Biznes społecznościowy – nowa era w komunikacji biznesowej*, Raport na podstawie badania „Polskie firmy na Facebooku – portale społecznościowe w komunikacji marketingowej polskich przedsiębiorstw", Deloitte Poland, http://www.deloitte.com/assets/Dcom-Poland/Local%20Assets/Documents/Raporty,%20badania,%20rankingi/pl_Facebook_2012_PL.pdf [dostęp 1.08.2013]

Matamala A. (2011), *Web2Energy (W2E) – Smart Grids*, Webinar October 26, http://sedc-coalition.eu/wp-content/uploads/2011/11/KistersPresentation-W2E_SEDC_V3.pdf [dostęp 1.08.2013]

Matusiak B., Pamuła A., (2010), *Koncepcje modeli biznesowych z wykorzystaniem rozproszonych źródeł energii*, „Rynek Energii", nr 1/2010

Matusiak B., Pamuła A., Zieliński J.S. (2011), *Odnawialne źródła energii i ich rola w bilansie energetycznym*, [w:] „Aktualne problemy w elektroenergetyce APE'11", Jubileuszowa XV Międzynarodowa Konferencja Naukowa, Gdańsk – Jurata, 8–10 czerwca, T. 4, *Energetyka odnawialna i sieci elektroenergetyczne: elektrownie wiatrowe, urządzenia i sieci elektroe-*

nergetyczne, Katedra Elektroenergetyki, Wydział Elektrotechniki i Automatyki, Politechnika Gdańska, Gdańsk

Mazurek-Łopacińska K. (2002), *Orientacja na klienta w przedsiębiorstwie*, PWE, Warszawa

McDonald M. (2013), *An Introduction to Market Segmentation Unlocking Value from Enhanced Customer Insight*, Malcolm McDonald Marketing Ltd, http://www.marketsegmentation.co.uk/downloads/Market-Segmentation-an-introduction-by-Professor-Malcolm-McDonald-2013.pdf [dostęp 1.08.2013]

Meffert H. (1997), *Strategie i instrumenty marketingu*, [w:] *Marketing jako przykład transformacji gospodarski i przedsiębiorstw na przykładzie Niemiec*, Fundacja Fredericha Eberta, SGH, Warszawa

Mendes G., Ioakimidis C., Ferrao P. (2011), *On the Planning and Analysis of Integrated Community Energy Systems: A Review and Survey of Available Tools*, „Renewable and Sustainable Energy Reviews", Vol. 15, Issue 9

Michalski E. (2007), *Marketing. Podręcznik akademicki*, PWN, Warszawa

Mielczarski W. (2000), *Rynki energii elektrycznej – Wybrane aspekty techniczne i ekonomiczne*, Agencja Rynku Energii, Warszawa

Mielczarski W. (2013), *Smart Energy Meters? No, Thanks*, Profesor Władysław Mielczarski Energy Newsletters, 2013/3, http://www.i15.p.lodz.pl/~w.mielczarski/Newsletters_3_Final.pdf [dostęp 1.08.2013]

Mielczarski W. (2013), *Zmiany w systemie subsydiów źródeł odnawialnych*, Profesor Władysław Mielczarski Energy Newsletters, 2013/4, http://www.i15.p.lodz.pl/~w.mielczarski/Newsletters_4_Final.pdf [dostęp 1.08.2013]

Mielczarski W. (red.) (2004), *Rozwój systemów elektroenergetycznych. Wybrane aspekty*, Instytut Elektroenergetyki Politechniki Łódzkiej, Łódź

Mielczarski W. (2005), *Mniej rewolucji, więcej profesjonalnego działania*, http://www.cire.pl/pliki/2/Mniej_rewolucji.pdf [dostęp 1.08.2013]

Mielczarski W., Kasprzyk S. (2006), *Rozwój rynków energii elektrycznej*, Instytut Elektroenergetyki Politechniki Łódzkiej, Stowarzyszenie Elektryków Polskich, Oddział Łódzki, Łódź

Model rynku energii elektrycznej, etap 1 – Kierunki zmian rozwoju rynku energii elektrycznej w Polsce, (2008), Polski Komitet Energii Elektrycznej, Warszawa

MORE MICROGRIDS – Advanced Architectures and Control Concepts for More Microgrids – Requirements Specifications for Microgrid Control (2006), http://www.microgrids.eu/documents/638.pdf [dostęp 2.08.2013]

Moss S., Cubed M. (2008), *Market Segmentation and Energy Efficiency*, California Institute for Energy and Environment, November, http://uc-ciee.org/downloads/MarketSegmentationWhitePaperSummary.pdf [dostęp 2.08.2013]

Murillo M., Annabi H. (2002), *Customer Knowledge Management*, „Journal of the Operational Research Society", Vol. 53, No. 8

Naruchitparames J., Gunes M.H., Evrenosoglu C.Y. (2011), *Secure Communications in the Smart Grid*, Consumer Communications and Networking Conference (CCNC), IEEE, 9–12 January

Ngar-yin D., Johannes M., van der Vleuten M., Hills P., Tao J. (2012), *Consumer Perceptions of Smart Grid Development: Results of a Hong Kong Survey and Policy Implications*, „Energy Policy", Vol. 49

Niedzielska A. (2011), *Marketing 3.0 w przedsiębiorstwie jutra (sustainable enterprise)*, Zeszyty Naukowe, nr 662, Ekonomiczne problemy usług, nr 74, nr 18, Uniwersytet Szczeciński, Szczecin

Nielsen: Global Consumers' Trust in 'Earned' Advertising Grows in Importance, Nielsen, http://www.nielsen.com/us/en/press-room/2012/nielsen-global-consumers-trust-in-earned-advertising-grows.html [dostęp 2.08.2013]

Nieżurawski L., Pawłowska B., Witkowska J. (2010), *Satysfakcja klienta. Strategia – pomiar – zarządzanie. Koncepcja wewnętrznego urynkowienia współczesnej organizacji*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń

Nowicka K. (2011), *Współpraca partnerska w łańcuchu dostaw*, PWE, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka", nr 06/2011

Opracowanie modelu stosowania mechanizmów DSR na rynku energii w Polsce. Etap I przegląd mechanizmów DSR (2009), PSE Operator S.A., http://www.piio.pl/dok/DSR_Etap_I_ prze glad_mechanizmow_DSR.pdf [dostęp 2.08.2013]

Opracowanie modelu stosowania mechanizmów DSR na rynku energii w Polsce. Etap II. Koncepcja mechanizmów DSR dla krajowego rynku energii elektrycznej (2009), PSE Operator S.A., http://www.piio.pl/dok/DSR_etap_II_03032010.pdf [dostęp 2.08.2013]

Opracowanie modelu stosowania mechanizmów DSR na rynku energii w Polsce. Etap III. Szczegółowe rozwiązania mechanizmów DSR dla KSE (2009), PSE Operator S.A., http://www.piio.pl/dok/opracowanie_szczegolowego_rozwiazania_mechanizmow_DSR_dla_KSE.pdf [dostęp 2.08.2013]

Opracowanie modelu stosowania mechanizmów DSR na rynku energii w Polsce. Etap IV. Opracowanie raportu z realizacji zadania szczegółowego (2010), PSE Operator S.A., http://www.piio.pl/dok/DSR_Etap_I_przeglad_mechanizmow_DSR.pdf [dostęp 2.08.2013]

Otto J. (2004), *Marketing relacji. Koncepcja i stosowanie*, C.H. Beck, Warszawa

Pamuła A. (2011), *General Requirements for a Smart Grid Architecture – Remarks on Standards for Implementation*, „Przegląd Elektrotechniczny", R. 87, nr 9a/2011

Pamuła A. (2012a), *Usługi DSM w inteligentnych sieciach elektroenergetycznych*, [w:] J. Buko (red.), *Gospodarka elektroniczna – wyzwania rozwojowe*, t. II, Zeszyty naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, nr 703, Ekonomiczne problemy usług, nr 88, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin

Pamuła A. (2012b), *Funkcjonalność rozwiązań ICT dla sterowania popytem na energię odbiorców indywidualnych*, [w:] T. Prębska-Miąc, H. Sroka, *Systemy Wspomagania Organizacji*, Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach, Katowice

Pamuła A. (2012c), *Inteligentne sieci elektroenergetyczne – uwarunkowania rozwoju dla grupy klientów indywidualnych*, Materiały konferencji „Społeczeństwo informacyjne. Stan i kierunki rozwoju w świetle uwarunkowań regionalnych – Rzeszów, Lwów, Tarnopol"

Pamuła A. (2013a), *Aspekty komunikacji klient indywidualny – dostawca energii elektrycznej w aktualnych i przyszłych sieciach elektroenergetycznych*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, nr 763, Ekonomiczne problemy usług, nr 105, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin

Pamuła A. (2013b), *Becomig a Prosumer New Role of Energy Consumer*, Materiały konferencji „International Business Week", Zeszyty naukowe, seria Administracja i Zarządzanie, Siedlce

Pamuła A. (2013c), *Taryfy i ceny jako narzędzia aktywnego zarządzania popytem odbiorców energii*, Folia Oeconomica, nr 287, Łódź

Pamuła A., Czerwonka P., Zieliński J.S. (2012), *Inteligentne sieci rozdzielcze – Aktywacja odbiorców*, „Energia elektryczna", nr 12/2012

Pamuła A., Gontar B., Gontar Z. (2013), *Deployment of Smart City Concept in Poland. Selected Aspects*, 12th International Scientific Conference „Management Horizons in Changing Economic Environment: VISIONS AND CHALLENGES", Kowno, (w druku)

Pamuła A., Matusiak B. (2011a), *Barriers to DER Aggregation Business Related to Different ICT Tools – Two European Countries Review*, [w:] *Information Systems in Management VIII*, Wydawnictwo SGGW – WULS Press, Warszawa

Pamuła A., Matusiak B. (2011b), *Smart Grid Deployment – Current State and Recommmendations*, [w:] *Information Systems in Management XI*, SGGW – WULS Press, Warszawa

Pamuła A., Matusiak B., Zieliński J.S. (2008), *Rola zarządzania informacją i wiedzą w procesie kreowania wirtualnego rynku elektroenergetycznego*, XI konferencja „Komputerowo zintegrowane zarządzanie", Zakopane

Pamuła A., Matusiak B., Zieliński J.S. (2010), *Technologiczne i inne bariery dla wdrażania OZE i tworzenia nowych modeli biznesowych na krajowym rynku energii*, „Rynek Energii", nr 4

Pamuła A., Matusiak B., Zieliński J.S. (2011), *Narzędzia ICT w sterowaniu zachowaniem klienta w inteligentnych sieciach energetycznych*, [w:] R. Knosala (red.), *Komputerowo zintegrowane zarządzanie*, Polskie Towarzystwo Zarządzania Produkcją, Opole

Pamuła A., Papińska-Kacperek J. (2011), *Rozwiązania ICT niezbędne dla skutecznego i bezpiecznego wykorzystania informacji dostępnej dzięki inteligentnemu opomiarowaniu*, „Zarządzanie energią i teleinformatyką", ZET2011, Kaprint

Pamuła A., Zieliński J.S. (2005), *Electric Energy – Importance, Problems and Solutions*, Technology Policy and Innovation, 6–8 July

Pamuła A., Zieliński J.S. (2009a), *Mikrosieci – racjonalne wykorzystanie lokalnych źródeł energii odnawialnej*, [w:] J. Gołuchowski i A. Frąckiewicz-Wronka (red.), *Technologie wiedzy w zarządzaniu publicznym '09*, Katowice

Pamuła A., Zieliński J.S. (2009b), *Sterowanie i systemy informatyczne w mikrosieciach*, „Rynek Energii", I(III), luty

Papagiannis G., Dagoumas A., Lettas N., Dokopoulos P. (2008), *Economic and Environmental Impacts from the Implementation of an Intelligent Demand Side Management System at the European Level*, „Energy Policy", Vol. 36, Issue 1

Pasierb S. (2003), *Nowe możliwości finansowania przedsięwzięć energetycznych. Co to jest ESCO?*, Fundacja na rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii, Katowice, http://change.kig.pl/pliki/Co_to_jest_ESCO.pdf [dostęp 2.08.2013]

Perechuda K. (2005), *Dyfuzja wiedzy w przedsiębiorstwie sieciowym*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław

Pfeifenberger J., Hajos A. (2011), *Demand Response Review*, The Brattle Group, Inc, http://www.brattle.com/_documents/UploadLibrary/Upload937.pdf [dostęp 2.08.2013]

Phadke A., Throp J. (2009), *Computer Relaying for Power Systems*, John Wiley & Sons Ltd., Chichester

Piech K. (2009), *Wiedza i innowacje w rozwoju gospodarczym: w kierunku pomiaru i współczesnej roli państwa*, Instytut Wiedzy i Innowacji, Warszawa, http://www.instytut.info/images/stories/ksiazki/wiedza_i_innowacje/book.pdf [dostęp 2.08.2013]

Pietruszko M. (2012), *Perspektywy i bariery rozwoju fotowoltaiki w Polsce*, „Czysta Energia", Nr 1/2012

Pleatsikas C., Teece D. (2001), *The Analysis of Market Definition and Market Power in the Context of Rapid Innovation*, „International Journal of Industrial Organization", Vol. 19, Issue 5

Plummer J. (2009), *Residential Energy Use Behavior Change Pilot, Franklin Energy*, CMFS project code B21383 April 20, 2009 http://opower.com/uploads/library/file/3/residential_energy_use_ behavior_change_pilot.pdf [dostęp 2.08.2013]

Pluta-Zaremba A. (2002), *Efekt byczego bicza w łańcuchu dostaw*, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka", nr 5/2002

Podstawowe informacje o rynku OZE w Niemczech w 2012 roku, (2013), Raport analityczny, Polski Komitet Energii Elektrycznej, marzec, http://www.pkee.pl/upload/files/201303_Raport_analityczny_v6__2_.pdf [dostęp 5.08.2013]

Polityka energetyczna Polski do 2030 roku (2009), Ministerstwo Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej, http://www.mg.gov.pl/files/upload/8134/Polityka%20energetyczna%20ost.pdf [dostęp 5.08.2013]

Pomykalski A. (2001), *Nowoczesne strategie marketingowe*, Grupa Wydawnicza INFOR Sp. z o.o., Warszawa

Popczyk J. (2011), *Energetyka rozproszona – od dominacji energetyki w gospodarce do zrównoważonego rozwoju, od paliw kopalnych do energii odnawialnej i efektywności energetycznej*, Polski Klub Ekologiczny, Okręg Mazowiecki, Warszawa

Power Smart Pricing 2008 Annual Report, Summit Blue Consulting, LLC, http://www.powersmartpricing.org/ about/annual-reports/ [dostęp 5.08.2013]

Pozycja konsumenta na rynku energii elektrycznej (2011), Urząd Ochrony Konkurencji i Konsumentów, Warszawa–Wrocław

Prahalad C.K., Ramaswamy V. (2004), *Co-Creation Experiences: The Next Practice in Value Creation*, „Journal of Interactive Marketing", Vol. 18, Issue 3

Pratt R.G., Balducci P.J., Gerkensmeyer C., Katipamula S., Kintner-Meyer M.C.W., Sanquist T.F., Schneider K.P., Secrest T.L. (2010), *The Smart Grid: an Estimation of the Energy and CO_2 Benfits PNNL-19112*, http://www.pnl.gov/main/publications/external/technical_reports/PNNL-19112.pdf [dostęp 5.08.2013]

Pyrko J., Noren C. (1998), *Can We Change Residential Customers' Energy Attitudes Using Information and Knowledge?*, http://www.ees.energy.lth.se/fileadmin/ees/Publikationer/1998/dadsm1998.pdf [dostęp 5.08.2013]

Quain B. (2002), *Era pro-sumenta*, InterNet Services Corporation of Poland Sp. z o.o, Warszawa

Quereshi W.A., Nair N.-K.C., Farid M.M. (2011), *Impact of Energy Storage in Buildings on Electricity Demand Side Management*, „Energy Conversion and Management", Vol. 52, Issue 5

Rączka J. (2013), *Gdzie dziś zarabia się w elektroenergetyce*, http://cse.ibngr.pl/gdzie-dzis-zarabia-sie-w-elektroenergetyce/ [dostęp 5.08.2013]

Rasolomampionona D., Robak S., Chmurski P., Tomasik G. (2010), *Przegląd istniejących mechanizmów DSR stosowanych na rynkach energii elektrycznej*, „Rynek Energii", nr 4/2010

Raven R., Mourik R. (2006), *A Practioner's View on Strategic Niche Management Towards a Future Research Outline*, Energy Research Centre of the Netherlands (ECN), December, http://www.ecn.nl/docs/library/report/2006/e06039.pdf [dostęp 5.08.2013]

Rawicz-Mańkowski D. (2009), *Rola zarządzania łańcuchem dostaw i prognozowania popytu we współczesnej gospodarce*, Materiały seminarium SAS Institute, 25 czerwca 2009, Warszawa, http://www.sas.com/offices/europe/poland/events/logistyka/present/Intro.pdf [dostęp 2.08.2013]

Ritzer G., Jurgenson N. (2010), *Production, Consumption, Prosumption. The Nature of Capitalism in the Age of Digital "Prosumer"*, „Journal of Consumer Culture", Vol. 10, No. 1

Roberts S., Baker W. (2003), *Towards Effective Energy Information – Improving Consumer Feedback on Energy Consumption. A Report to Ofgem*, http://www.cse.org.uk/pdf/pub1014.pdf [dostęp 5.08.2013]

Robeson J., Copacino W. (1994), *Zależności między marketingiem i logistyką*, The Logistics Handbook, Free Press, New York

Rogers E.M. (1962), *Diffusion of Innovation*, Free Press, New York

Rutkowski K. (2008), *Pozwól klientom napędzać łańcuch dostaw twojej firmy*, Raport z serii: „Nowe trendy zarządzania", Specjalny suplement promocyjny do Harvard Business Review Polska, http://www.sgh.waw.pl/katedry/kl/publikacje/raport-cdsn_%20hbrp.pdf [dostęp 5.08.2013]

Rutkowski K. (red.), (2000), *Logistyka dystrybucji*, Difin, Warszawa

Ryś M. (2005), *Wybrane narzędzia sterowania popytem na energię elektryczną*, „Rynek Energii", nr 4/2005

Safko L., Brake D. (2009), *The Social Media Bible: Tactics, Tools, and Strategies for Business Success*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey

Saklani A., Nunna K.H., Doolla, S. (2012), *Intelligent Demand Response Approach in Smart Distribution Systems: A Review*, Annual IEEE India Conference, INDICON 2012, 7–9 December, Kochi, Kerala, India

Sasin R. (2012), *Charakterystyka rynku energii w Polsce*, Szkoła Główna Handlowa, Warszawa, http://www.sgh.waw.pl/katedry/kadp/materialy/REwP/RynekenergiiwPolsceijegonajwazniejszeelementyRSasin122012.pdf [dostęp 5.08.2013]

Schilpzand W.F., Raven R.P.J.M., van Est Q.C. (2010), *Strategic Niche Management (SNM) Beyond Sustainability. An Exploration of Key Findings of SNM through the Lens of ICT and Privacy*, http://cms.tm.tue.nl/Ecis/Files/papers/wp2010/wp1007.pdf [dostęp 5.08.2013]

Schneider A.,von Krogh G., Jäger P. (2013), *What's Coming Next? Epistemic Curiosity and Lurking Behavior in Online Communities*, „Computers in Human Behavior", Vol. 29, Issue 1

Schwartz L. (2010), *Is It Smart If It's Not Clean? Strategies for Utility Distribution Systems Part 1*, The Regulatory Assistance Project (RAP), May, http://www.raponline.org [dostęp 5.08.2013]

SGCC's 2012 State of the Consumer Report (2012), Smart Grid Consumer Collaborative, http://smartgridcc.org/sgccs-2012-state-of-the-consumer-report [dostęp 5.08.2013]

Shandurkova I., Bremdal B.A., Bacher R., Ottesen S., Nilsen A. (2011), *A Prosumer Oriented Energy Market Developments and future outlooks for Smart Grid Oriented Energy Markets* (2011), http://www.ncesmart.com/Documents/SOTA Improsume Final version B.pdf [dostęp 6.08.2013]

Shaw P., PingiTore G. (2012), *Understanding the Customer Likehood of Engaging in Smart Energy Behavior*, Public Utilities Fortnghtly, April

Shiau C., Samaras C., Hauffe R., Michalek J. (2009), *Impact of Battery Weight and Charging Patterns on the Economic and Environmental Benefits of Plug-in Hybrid Vehicles*, „Energy Policy", Vol. 37

Siejak M. (2012), *Sprzedaż napędzana dobrym słowem*, „Marketing w Praktyce", nr 11

Sikorski Cz. (2006), *Kultura organizacyjna. Efektywnie wykorzystaj możliwości swoich pracowników*, C.H. Beck, Warszawa

Simmins J., Haddad C. (2013), *Opportunities and Challenges: Social Media as an Outage Management Tool*, http://www.smartgridnews.com/artman/publish/Business_Strategy/Opportunities-and-challenges-social-media-as-an-outage-management-tool-5832.html#.Ugx1bm22-ws [dostęp 5.08.2013]

Siuda P. (2012), *Mechanizmy kultury prosumpcji, czyli fani i ich globalne zróżnicowanie*, Studia socjologiczne 4 (207), http://www.academia.edu/2295308/Mechanizmy_kultury_prosumpcji_czyli_fani_i_ich_globalne_zroznicowanie [dostęp 5.08.2013]

Skup M. (red.) (2009), *Zrównoważony rozwój – aspekty rozwoju społeczności lokalnych*, Fundacja Forum Inicjatyw Rozwojowych, Białystok, http://www.fir.org.pl/doc/zrownowazony_rozwoj_aspekty_rozwoju_spolecznosci_lokalnych.pdf [dostęp 5.08.2013]

Smart Grid Conceptual Model, http://smartgrid.ieee.org/ieee-smart-grid/smart-grid-conceptual-model#customer [dostęp 7.08.2013]

Smart Grids w świetle dokumentu CIGRE, (2012), „Energia dla Przemysłu", nr 3

Staniszewski M. (2009), *Konsumenci z trzeciej fali*, Marketing w praktyce, nr 2, http://marketing.org.pl/index. php/go=2/act=2/aid=m4982e7f35644b [dostęp 5.08.2013]

Stankiewicz G. (2006), *Model otoczenia klienta na rynku energii*, „Rynek Energii", nr 2

Stanowisko Polskiego Komitetu Energii Elektrycznej nt. zasadności wsparcia kogeneracji w Polsce (2013), Polski Komitet Energii Elektrycznej, http://www.pkee.pl/upload/files/Wystapienie_PKEE_kogeneracja.pdf [dostęp 2.08.2013]

Stanowisko Prezesa URE w sprawie niezbędnych wymagań dotyczących ram interoperacyjności współpracujących ze sobą elementów sieci Smart Grid oraz elementów sieci domowych współpracujących z siecią Smart Grid (2013), URE, http://www.ure.gov.pl [dostęp 5.08.2013]

Stanowisko Prezesa URE w sprawie niezbędnych wymagań wobec wdrażanych przez OSD E inteligentnych systemów pomiarowo-rozliczeniowych z uwzględnieniem funkcji celu oraz proponowanych mechanizmów wsparcia przy postulowanym modelu rynku (2011), URE, http://www.ure.gov.pl [dostęp 5.08.2013]

Stanton-Hoyle D., Oyhenart J., Anderson S., Gerardi R. (2004), *„We've Never Done That Before:" Making Energy $mart Homes out of Existing Homes in Westchester County NY*, ACEEE Buildings Conference Proceedings, http://www.eceee.org/library/conference_proceedings/ ACEEE_buildings/2004/Panel_11/p11_16/paper [dostęp 10.08.2013]

Star A., Kotewa L., Isaacson M., Ozog M. (2006), *Real-Time Pricing is the Real Deal: An Analysis of the Energy Impacts of Residential Real-Time Pricing*, ACEEE Buildings Conference Proceedings, http://www.eceee.org/library/conference_proceedings/ACEEE_buildings/2006/Panel_5/p5_27/paper [dostęp 10.08.2013]

Strategia zmian wzorców produkcji i konsumpcji na sprzyjające realizacji zasad trwałego, zrównoważonego rozwoju (2003), Dokument rządowy przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 14 października 2003 roku, Ministerstwo Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej, http://www.mg.gov.pl [dostęp 2.08.2013]

Studium wdrożenia inteligentnego pomiaru energii elektrycznej w Polsce (2010), Polskie Towarzystwo Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej, http://www.dehn.pl/docs/ochrona/studium_wdrozenia_inteligentnego_pomiaru.pdf [dostęp 10.08.2013]

Suchecki B., Welfe A. (1988), *Popyt i rynek w warunkach nierównowagi*, PWE, Warszawa

Summary of Findings Smart Grid Consumer Collaborative Consumer Pulse Research Program – Wave 1 (2011), SGCC, September, http://smartgridcc.org/wp-content/uploads/2011/11/SGCCs-Consumer-Pulse-and-Market-Segmentation-Summary.pdf [dostęp 10.08.2013]

Surowiecki J. (2004), *The Wisdom of Crowds*, New York: Doubleday

Swaminathan S., Ting T. (2013), *Customer Focused Approach to Implementing Smart Grid Applications for Publicly Owned Utilities*, „The Electricity Journal", Vol. 26, Issue 1

Swan L., Ugursal V. (2009), *Modeling of End-Use Energy Consumption in the Residential Sector: A Review of Modeling Techniques*, „Renewable and Sustainable Energy Reviews", Vol. 13, Issue 8

Szewczyk J. (2002), *Prognozowanie i planowanie logistyczne jako system elastycznego reagowania na fluktuacje popytu*, Materiały Międzynarodowej Konferencji Logistycznej „Logistics 2002 – Elastyczne łańcuchy dostaw – koncepcje, doświadczenia, wyzwania", Poznań 14–15 maja 2002 r., http://www.logistyka.net.pl/bank-wiedzy/item/5502-prognozowanie-i-planowanie-logistyczne-jako-system-elastycznego-reagowania-na-fluktuacje-popytu [dostęp 10.08.2013]

Szkutnik J. (2005), *Logistyka i marketing w polskich przedsiębiorstwach dystrybucji energii elektrycznej*, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka", nr 4

Szkutnik J. (2008), *Aktualne uwarunkowania kreowania misji przedsiębiorstw energetycznych w Polsce*, „Energia Elektryczna", nr 6/2008

Szutnik J., Motyl R., Ataniel I., Grabara M., Parkitna A. (2008), *Metodologia logistycznego przydziału odbiorców energii elektrycznej do obszarów zasilania*, Prace naukowe Politechniki Warszawskiej „Transport", z. 64, http://www.it.pw.edu.pl/prace-naukowe/z64/szkutnik_motyl_ataniel_grabara_parkitna.pdf [dostęp 10.08.2013]

Szwarc N. (2010), *Od masowej komunikacji marketingowej po personalizację w e-marketingu*, „E-mentor", nr 3 (35)/2010

Tapscott D. (1997), *Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence*, McGraw-Hill

Tapscott D., Williams A. (2006), *Wikinomics: How Mass Collaboration Changes Everything*, Penguin Group, New York

The Effects of Time-of-Use Rates on Residential Electricity Consumption (2010), Navigant Consulting, 9 April, http://www.nmhydro.ca/pdf/NMH_TOU_FINAL.PDF

The New Conversation, Taking Social Media from Talk to Action (2010), „Harvard Business Review", October 27

Timmerman W. (2012), *Energy Management Services for Prosumer Communities*, Flexines, http://www. flexines.org/publicaties/eindrapport/BIJLAGE13.pdf [dostęp 2.08.2013]

Toffler A. (1986), *Trzecia fala*, Państwowy Instytut Wydawniczy, Warszawa

Torriti J. (2012), *Demand Side Management for the European Supergrid: Occupancy Variances of European Single-person Households*, „Energy Policy", Vol. 44

Torriti J. (2012), *Price-Based Demand Side Management: Assessing the Impacts of the Time-of-Use Tariffs on Residential Electricity Demand and Peak Shifting in Northen Italy*, „Energy", Vol. 44, Issue 1

Torriti J., Hassan M., Leach M. (2010), *Demand response experience in Europe: Policies, programmes and implementation*, „Energy", Vol. 35, Issue 4

Truffer B., Voß J.P., Konrad K. (2008), *Mapping Expectations for System Transformations: Lessons from Sustainability Foresight in German Utility Sectors*, „Technological Forecasting and Social Change", Vol. 75, Issue 9

Trzeciak D. (2009), *Innowacyjny Trexy Marketing*, „Marketing w Praktyce", nr 7

Tsekouras G.J., Tsirekis M.A., Tsaroucha C.D., Salis A.D., Dialynas E.N. Hatziargyriou N.D. (2011), *A Database System for Power Systems Customers and Energy Efficiency Programs*, „Electrical Power and Energy Systems", Vol. 33, Issue 6

Urban G., von Hippel E. (1988), *Lead User Analyses for the Development of New Industrial Products*, „Management Science", Vol. 34, No. 5

Urbaniak M. (1999), *Marketing przemysłowy*, Wydawnictwo Prawno-Ekonomiczne INFOR, Warszawa

Urbański K. (2004), *Pomiary jakości energii elektrycznej z wykorzystaniem techniki mikroprocesorowej*, [w:] Z. Skowroński, G. Andrzejewski (red.), *KNWS'04: materiały Konferencji Naukowej „Informatyka – sztuka czy rzemiosło"*, Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra

US_D, *Benefits on Demand Response in Electricity Markets and Recomendation of Achieving Them, Report to United State Congress*, (2006), US Departament of Energy, February http://energy.gov/sites/prod/files/oeprod/DocumentsandMedia/DOE_Benefits_of_Demand_Response_in_Electricity_Markets_and_Recommendations_for_Achieving_Them_Report_to_Congress.pdf [dostęp 10.08.2013]

Venkatesan N., Solanki J., Solanki K.S. (2012), *Residential Demand Response and Impact on Voltage Profile and Losses of an Electric Distribution Network*, „Applied Energy", Vol. 96

Verbong G.P.J., Beemsterboer S., Sengers F. (2013), *Smart Grids or Smart Users? Involving Users in Developing a Low Carbon Electricity Economy*, „Energy Policy", Vol. 52

Verganti R. (2009), *Design-Driven Innovation: Changing the Rules of Competition by Radically Innovating what Things Mean*, Harvard Business Press, Boston

von Hippel E. (1986), *Lead Users: A Source of Novel Product Concepts*, „Management Science", Vol. 32, Issue 7

Voβ A. (2006), *Porównanie różnych opcji energetycznych z punktu widzenia ochrony środowiska i zrównoważonego rozwoju*, Materiały konferencji „Elektrownie Jądrowe dla Polski" Warszawa, 1–2.06.2006, http://apw.ee.pw.edu.pl/tresc/-pol/09-AlfredVoss.doc [dostęp 10.08.2013]

Wakefield M. (2010), *Customer Application Pilot Overview*, EPRI 2010, http://www.smartgrid.epri.com/doc/15_ComEd%20Customer%20Application%20Pilot.pdf [dostęp 10.08.2013]

Walker G., Cass N. (2007), *Carbon Reduction, 'The Public' and Renewable Energy: Engaging with Socio-Technical Configurations*, „Area", Vol. 39, Issue 4, Article first published online: 31 OCT 2007 Area, 39: 458–469. doi: 10.1111/j.1475-4762.2007.00772.x

Ward W. (1997), *50 najważniejszych problemów zarządzania*, Wydawnictwo Profesjonalnej Szkoły Biznesu, Kraków

Warrillow J. (2011), *One Question Can Predict the Future of Your Company*, Inc., http://www.inc.com/articles/201106/whats-your-net-promoter-score.html [dostęp 20.07.2013]

Warunki Życia – Dane o Łodzi (2012), Urząd Statystyczny Łódź, http://www.stat.gov.pl/lodz/69_1163_PLK_HTML.htm [dostęp 10.07.2013]

Wasiak I. (2009), *Elektroenergetyka w zarysie przesyłu i rozdział energii elektrycznej*, Politechnika Łódzka, Łódź

Wencong S., Jianhui W. (2012), *Energy Management Systems in Microgrid Operations*, „The Electricity Journal", Vol. 25, Issue 8

Wereda W. (2009), *Zarządzanie relacjami z klientem (CRM) a postępowanie nabywców na rynku usłu*g, Difin, Warszawa

Wheatley M. (2006), *Sztuka przewidywania popytu*, MSI Polska, http://www.msipolska.pl/menu-gorne/artykul/article/sztuka-przewidywania-popytu/ [dostęp 10.08.2013]

Widawska-Stanisz A. (2011), *Marketing szeptany w usługach profesjonalnych*, [w:] *Marketing Przyszłości Trendy. Strategie. Instrumenty*, Zeszyty Naukowe, nr 662, Ekonomiczne Problemy Usług, nr 74, Uniwersytet Szczeciński, Szczecin

Windekilde I. (2013), *ICT as a Key Enabler of Micro-Generation Renewable Energy Growth. The Case of Denmark*, Zeszyty Naukowe, nr 763, Ekonomiczne Problemy Usług, nr 105, Uniwersytet Szczeciński, Szczecin

Wiśniewski G., (red.) (2011), *Określenie potencjału energetycznego regionów Polski w zakresie odnawialnych źródeł energii – wnioski dla Regionalnych Programów Operacyjnych na okres programowania 2014–2020*, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa, http://www.funduszeeuropejskie.gov.pl/dzialaniapromocyjne/Documents/raportOZE_druk_korekta_m.pdf [dostęp 10.08.2013]

Wojtulewicz J., Osicki A., Pasierb S. (2006), *Oszacowanie potencjału zmniejszenia zużycia energii elektrycznej w gospodarstwach domowych w Polsce*, WWF, Katowice, http://zmianyklimatu.pl/test/images/do_pobrania/energia.pdf [dostęp 10.08.2013]

Wolny W. (2012), *Prosumpcja – konsumencka kreatywność w gospodarce elektronicznej*, Zeszyty Naukowe, nr 703, Ekonomiczne Problemy Usług, nr 88, Uniwersytet Szczeciński, Szczecin

Wolny W. (2013), *Zarządzanie prosumpcją w organizacjach gospodarki elektronicznej*, Zeszyty Naukowe, nr 762, Ekonomiczne Problemy Usług, nr 104, Uniwersytet Szczeciński, Szczecin

Woo C.K., Greening L. (2010), *Demand Response Resources: the US and International Experience, Demand Response Resources: the US and International*, „Energy", Vol. 35, Issue 4

Wood G., Newbrough M. (2007), *Energy–Use Information Transfer for Intelligent Homes: Enabling Energy Conservation with Central and Local Displays*, „Energy and Buildings", Vol. 39, Issue 4

Wójcik P. (2004), *Style życia polskich konsumentów jako metoda segmentacji*, Materiały dydaktyczne, Szkoła Główna Handlowa, http://www.sgh.waw.pl [dostęp 2.08.2013]

Wrycza S. (2010), *Informatyka ekonomiczna. Podręcznik akademicki*, PWE, Warszawa

Wyniki narodowego spisu powszechnego ludności i mieszkań 2011, Podstawowe informacje o sytuacji demograficzno-społecznej ludności Polski oraz zasobach mieszkaniowych (2012), GUS, http://www.stat.gov.pl/gus/5840_12766_PLK_HTML.htm [dostęp 10.08.2013]

Wyzwania i polityka w zakresie energii, (2013), Sprawy przedłożone przez Komisję na posiedzenie Rady Europejskiej w dniu 22 maja 2013, Dokument Komisji Europejskiej, http://ec.europa.eu/europe2020/pdf/energy2_pl.pdf [dostęp 10.08.2013]

Xie C., Bagozzi R.P., Troye S.V. (2008), *Trying to Prosume: Toward a Theory of Consumers as Co-Creators of Value*, „Journal of the Academy of Marketing Science", Vol. 36, Issue 1

Yang Y., Litter T., Sezer S., Mclahughlin K. (2011), *Impact of Cyber-Security Issues on Smart Grid*, „Innovative SG Technologies Europe 2011", Manchester 5–7 December

York D., Kushler M. (2005), *Exploring the Relationship Between Demand Response and Energy Efficiency: a Review of Experience and Discussion of Key Issue*, Report Number U052, American Council for an Energy Efficiency Economy, http://aceee.org [dostęp 10.08.2013]

Zachara M. (2001), *Strategia CRM – pomysł na biznes czy system informatyczny*, „Modern Marketing", nr 10 i 11/2001.

Zaręba K. (2009), *Efektywne planowanie systemu elektroenergetycznego i jego znaczenie gospodarcze*, [w:] P. Borowski, M. Powałka (red.), *Planowanie i zarządzanie w energetyce*, SGGW, Warszawa

Zhang Q., Li J. (2012), *Demand Response in Electricity Markets. A Review*, European Energy Market (EEM), 9th International Conference on the European Energy Market (EEM 2012), 10.1109/EEM.2012.6254817

Zhang T., Siebers P.O., Aickelin U. (2012), *A Three-dimensional Model of Residential Energy Consumer Archetypes for Local Energy Policy Design in The UK*, „Energy Policy", Vol. 47

Ziemba E. (2011), *Prolegomena do zastosowania technologii i systemów informatycznych na potrzeby prosumpcji*, „Informatyka Ekonomiczna", nr 212

Ziemba E. (2012), *Projektowanie portali korporacyjnych dla organizacji opartych na wiedzy*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice

Ziemba E. (2012), *Transformacja zarządzania relacjami z klientami w kierunku zarządzania wiedzą klienta – kanony i technologie informatyczne*, [w:] C. Olszak, E. Ziemba (red.), *Technologie informacyjne w transformacji współczesnej gospodarki*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Katowice

Ziemba E. (2013), *Conceptual Model of Information Technology Support for Prosumption*, Proceedings of International Conference on Management, Leadership and Governance, Bangkok University, Bangkok

Zrównoważona konsumpcja i produkcja (2007), [w:] *Środowisko Europy – Czwarty Raport Oceny*, Europejska Agencja Środowiskowa, http://www.eea.europa.eu/pl/publications/state_of_environment_report_2007_2 [dostęp 10.08.2013]

Zwick D., Bonsu S.K., Darmody A. (2008), *Putting Consumers to Work: Co-Creation and New Marketing Govern-Mentality*, „Journal of Consumer Culture", Vol. 8, No. 2

Załącznik 1

Wzór kwestionariusza ankiety zastosowanej w badaniach własnych

Ankieta dotyczy zachowań odbiorców gospodarstw domowych związanych z korzystaniem z energii elektrycznej.

Każdy z nas jest odbiorcą energii elektrycznej. Obecnie nie mamy zbyt dużej możliwości kontroli zużycia energii i monitorowania jej kosztów.

Rynek energii zmienia się z systemu scentralizowanego na rozproszony, składający się, podobnie jak Internet, z wielu sieci, wielu dostawców. Przewiduje jednocześnie większą aktywność odbiorcy i jego działań związanych z korzystaniem z energii.

Ankieta jest całkowicie anonimowa i służy jedynie celom naukowo-badawczym, nie jest prowadzona na zlecenie żadnej organizacji.

Dziękuję Państwu za wypełnienie ankiety.

1.Wiek:

☐ 18–25 lat ☐ 26–40 lat ☐ 41–65lat ☐ pow. 65 lat

2. Płeć:

☐ kobieta ☐ mężczyzna

3. Status na rynku pracy:

☐ student/uczeń ☐ pracujący ☐ bezrobotny
☐ emeryt/rencista ☐ czasowo na urlopie ☐ prowadzę dom

4. Wykształcenie:

☐ podstawowe ☐ średnie ☐ gimnazjalne
☐ licencjackie ☐ inżynierskie ☐ wyższe

5. Liczba osób w gospodarstwie domowym:

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
☐ 4 ☐ 5 ☐ pow. 5

6. Proszę określić swoją sytuację materialną:

☐ zła ☐ średnia ☐ dobra ☐ bardzo dobra
☐ odmawiam odpowiedzi

7. Typ budynku:

☐ kamienica ☐ blok wielorodzinny ☐ domek wolnostojący

8. Typ ogrzewania:

☐ miejskie ☐ lokalne gazowe ☐ lokalne elektryczne ☐ lokalne inne

9. Czy lokal, w którym Pan/ Pani mieszka jest Pana/Pani własnością?

☐ tak ☐ nie ☐ nie, ale mieszkam u rodziny

10 Czy ma Pan/Pani wpływ na decyzje dotyczące zakupu urządzeń pobierających znaczne ilości energii?

☐ tak ☐ nie

11. Proszę określić, jaki udział w wydatkach domowych stanowi rachunek za energię.

☐ mniej niż 5% ☐ od 5% do 10% ☐ pow. 10% do 20%
☐ pow. 20% do 30% ☐ pow. 30% ☐ nie wiem

12. Czy kupując urządzenia, zwraca Pan/Pani uwagę na ich pobór energii?

☐ tak, zawsze ☐ tak, czasami ☐ nie ☐ trudno powiedzieć

13. Czy jest Pan/Pani w stanie określić, ile energii pobiera sprzęt, np. lodówka?

☐ tak ☐ nie ☐ w przybliżonej wartości

14. Czy nabywając nowe urządzenia, korzysta Pan/Pani z opinii osób, które to urządzenie już kupiły? (można wybrać więcej niż jedną odpowiedź)

☐ Zwykle kupuję nowości, o których jeszcze nie ma opinii.
☐ Korzystam z opinii zamieszczonych na forach internetowych i portalach.
☐ Korzystam z rozwiązań sprawdzonych, np. poleconych przez znajomych.
☐ Jestem przyzwyczajony do rozwiązań, które mam i niechętnie je zmieniam.
☐ Inne……...

15. W jaki sposób oszczędza Pan/Pani energię elektryczną? (można wybrać więcej niż jedną odpowiedź)

☐ Używam żarówek energooszczędnych.
☐ Wyłączam zbędne oświetlenie.
☐ Wyłączam urządzenia (z zasilania, nie tylko przełączanie w tryb uśpienia).
☐ Kupuję energooszczędne urządzenia.

- ☐ Unikam jednoczesnego używania energochłonnych urządzeń (pralka, odkurzacz, czajnik elektryczny).
- ☐ Skracam czas pracy energochłonnych urządzeń, np. pieców grzewczych.
- ☐ Włączam energochłonne urządzenia w tańszej taryfie (licznik dwutaryfowy).
- ☐ Nie zwracam na to uwagi.
- ☐ Inne……

16. Które z poniższych urządzeń, pobierających znaczną ilość energii, są w gospodarstwie domowym? (można wybrać więcej niż jedną odpowiedź)

- ☐ Urządzenia grzewcze
- ☐ Pogrzewacze wody
- ☐ Klimatyzatory
- ☐ Nie posiadam
- ☐ Inne……

17. Czy duże znaczenie ma dla Pana/Pani ochrona środowiska, np. to, ile gazów cieplarnianych emitujemy?

- ☐ Tak, uważam ochronę środowiska za bardzo ważną i wspieram wszystkie inicjatywy.
- ☐ Ochrona środowiska jest istotna, ale nie można wszystkiego jej podporządkowywać.
- ☐ Brak zdania.
- ☐ Nie.

18. Czy wie Pan/Pani, kto jest aktualnym dostawcą energii do gospodarstwa domowego?

☐ tak ☐ nie ☐ nazwa……

19. Jak często odwiedza Pan/Pani stronę internetową swojego dostawcy energii?

☐ w miarę regularnie, np. raz w miesiącu	☐ odwiedziłem/am raz lub dwa	☐ w razie potrzeby	☐ nie odwiedzam

20. Czy dostawca energii informuje o rodzajach paliw, z których została wyprodukowana energia elektryczna (węgiel, energia odnawialna, gaz itp.)?

☐ tak ☐ nie ☐ nie wiem

21. Czy dostawca oferuje możliwość kontroli zużycia energii i rachunku on-line (np. czy można obejrzeć swoje poprzednie rachunki i wprowadzić informację o stanie licznika z bieżącego okresu)?

- ☐ Tak, ale nie korzystam.
- ☐ Tak, korzystam z takiej strony sporadycznie.
- ☐ Tak, często korzystam z takiej strony, aby kontrolować swoje rachunki.
- ☐ Nie.
- ☐ Nie wiem.

22. Czy potrafi Pan/Pani rozróżnić na swoim rachunku składowe elementy za energię (ceny za energię, opłaty za usługi dystrybucji, stawki, taryfy i podatki)?

☐ Tak, wiem co oznaczają poszczególne pozycje.
☐ Rozróżniam tylko niektóre elementy.
☐ Rachunki są tak skomplikowane, że ich nie rozumiem.
☐ Nie interesowałem/am się.

23. Jak często korzysta Pan/Pani ze stron internetowych dostawców innych usług (np. telekomunikacyjnych) w celu komunikacji i kontroli wydatków?

☐ regularnie ☐ w miarę potrzeby ☐ nie korzystam

24. Czy kiedykolwiek miał/a Pan/Pani zamiar zmienić dostawcę energii?

☐ tak, zamierzam ☐ tak, zmieniłem/am ☐ nie wiedziałem/am, że jest taka możliwość ☐ nie

25. Czy chciałby/chciałaby Pan/Pani mieć zainstalowany przedpłatowy licznik, w którym z góry płaci się za energię i dostaje informację, kiedy kończy się limit?

☐ tak ☐ nie ☐ brak zdania

26. Czy zna Pan/Pani pojęcia:

inteligenta sieć elektroenergetyczna	inteligentny licznik	
☐	☐	Rozumiem co to jest, jak działa i jak to wpłynie na mój dom.
☐	☐	Znam to pojęcie, ale bardzo ogólnie wiem, na czym polega funkcjonowanie.
☐	☐	Słyszałem/am, ale nie wiem, jak działa i czego dokładnie dotyczy.
☐	☐	Nie.

27. Jak obecnie może Pan/Pani określić swój stosunek do Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych?

☐ pozytywny ☐ negatywny ☐ brak zdania

28. Do każdego z poniższych zdań, opisujących korzyści wynikające z korzystania z Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych proszę wybrać, do jakiego stopnia zgadza się Pan/Pani ze stwierdzeniem:

tak	raczej tak	brak zdania	raczej nie	nie	Zaznacz na liście dla każdego zdania
☐	☐	☐	☐	☐	Pozwala na korzystanie ze zróżnicowanych ofert taryfowych.
☐	☐	☐	☐	☐	Zapewnia większe bezpieczeństwo dostaw energii dobrej jakości (np. brak przerw w zasilaniu, krótszy czas naprawy).

☐	☐	☐	☐	☐	Pozwala na dokładne śledzenie zużycia energii, a przez to na oszczędność energii.
☐	☐	☐	☐	☐	Wyklucza konieczność inwestycji w elektrownie atomowe.
☐	☐	☐	☐	☐	Zmniejsza konieczność inwestycji w duże tradycyjne elektrownie.
☐	☐	☐	☐	☐	Zmniejsza emisję gazów cieplarnianych, co przyczyni się do ochrony środowiska.
☐	☐	☐	☐	☐	Pozwala na zaspokojenie rosnącego zapotrzebowania na energię.
☐	☐	☐	☐	☐	Eliminuje konieczność odczytu liczników przez obsługę.
☐	☐	☐	☐	☐	Zwiększa efektywność wykorzystania energii.
☐	☐	☐	☐	☐	Pozwala na większy wybór dostawcy energii.
☐	☐	☐	☐	☐	Daje odbiorcy nie tylko możliwość zakupu, ale i sprzedaży energii.
☐	☐	☐	☐	☐	Pozwala w prosty sposób na dołączanie do sieci odnawialnych źródeł energii.
☐	☐	☐	☐	☐	Tworzy nowe miejsca pracy, np. dla instalatorów paneli słonecznych itp.

29. Do każdego z poniższych zdań, postrzeganych przez innych odbiorców jako potencjalne wady związane z Inteligentnymi Sieciami Elektroenergetycznymi proszę wybrać odpowiedź, do jakiego stopnia zgadza się Pan/Pani z określoną opinią:

tak	raczej tak	brak zdania	raczej nie	nie	Zaznacz na liście dla każdego zdania
☐	☐	☐	☐	☐	Dostawcy energii zyskają więcej niż zwykli odbiorcy.
☐	☐	☐	☐	☐	Wprowadzenie inteligentnych liczników spowoduje wzrost rachunków za energię.
☐	☐	☐	☐	☐	Inteligentne liczniki stanowią zagrożenie dla zdrowia.
☐	☐	☐	☐	☐	Zbieranie i przesyłanie szczegółowych danych o tym, ile i jak zużywam energii oraz informacji o domowych urządzeniach to naruszenie mojej prywatności.
☐	☐	☐	☐	☐	Odbiorca będzie musiał zmienić swoje nawyki związane z korzystaniem z energii, np. zmienić godziny korzystania z pralki, zmywarki.
☐	☐	☐	☐	☐	Dostawca energii będzie mógł zarządzać zużyciem energii (np. decydować o tym, które urządzenia zasilać), a nawet limitować moje zużycie energii.
☐	☐	☐	☐	☐	Komunikacja i sieć wielu urządzeń zwiększa ryzyko cyberataków.
☐	☐	☐	☐	☐	Koszty będą zbyt wysokie, zwłaszcza dla osób o niskich dochodach.
☐	☐	☐	☐	☐	Sprzedaż energii ze źródeł odnawialnych może być limitowana, np. wolno sprzedać energię tylko dostawcy, a nie sąsiadowi.

30. Czy chce Pan/Pani mieć zainstalowany inteligentny licznik (urządzenie pomiarowe, które mierzy bieżące zużycie energii w gospodarstwie domowym i automatycznie przesyła dane do dostawcy energii)?

- ☐ Bardzo chętnie.
- ☐ Tak, jeśli będzie się to wiązało z dodatkowymi korzyściami.
- ☐ Nie.
- ☐ Mam zainstalowany.
- ☐ Potrzebuję więcej informacji i programów edukacyjnych, aby to określić.

31. Które z poniższych działań jest Pan/Pani w stanie podjąć, aby zwiększyć efektywność wykorzystania energii? (można wybrać więcej niż jedną odpowiedź)

- ☐ Zmienić codzienne zachowania związane z korzystaniem z energii w celu zmniejszenia rachunku, np. włączając pralkę czy zmywarkę w nocy, gdy taryfy są niskie.
- ☐ Zainstalować urządzenia produkujące energię z odnawialnych źródeł, np. panele słoneczne, aby zużywać energię na potrzeby własne, a nadmiar sprzedawać.
- ☐ Kupować „zieloną" energię (pochodzącą ze źródeł odnawialnych).

32. Czy rozważy Pan/Pani zakup samochodu elektrycznego lub hybrydowego (zakładając, że jego cena jest zbliżona do ceny pojazdu spalinowego)? (można wybrać więcej niż jedną odpowiedź)

- ☐ Tak, z takimi parametrami, jak obecnie oferowane.
- ☐ Tak, ale jeśli będzie można przejechać min. 200 km na jednym ładowaniu.
- ☐ Tak, ale jeśli będzie szeroko dostępna infrastruktura do ładowania.
- ☐ Nie.
- ☐ Posiadam.

33. Czy rozważał/a Pan/Pani instalację urządzenia produkującego energię z odnawialnego źródła energii, np. panelu solarnego lub turbiny wiatrowej?

- ☐ Tak, mam zainstalowane i opłacone z własnych środków.
- ☐ Tak, mam zainstalowane dzięki programom dofinansowującym.
- ☐ Tak, przeglądałem/am oferty, ale nie znalazłem odpowiedniej – są nieopłacalne.
- ☐ Nie.

34. Czy wziąłby/wzięłaby Pan/Pani udział w programie zwiększającym efektywność korzystania z energii?

- ☐ Tak.
- ☐ Tak, biorę udział w takim programie.
- ☐ Tak, jeśli będzie się to wiązało z dodatkowymi korzyściami, np. rabatami cenowymi i programami lojalnościowymi, kuponami na zakupy.
- ☐ Nie.
- ☐ Potrzebuję więcej informacji i programów edukacyjnych, aby to określić.

35. Proszę określić, w jakim stopniu podane czynniki zniechęcają Pana/Panią do podejmowania działań zwiększających efektywność wykorzystania energii:

tak	raczej tak	brak zdania	raczej nie	nie	Zaznacz na liście dla każdego zdania
☐	☐	☐	☐	☐	Moje indywidualne działania nie mają wpływu na środowisko i na zmianę klimatu.
☐	☐	☐	☐	☐	Ceny energii nie są wysokie; moje działania będą czasochłonne i mało opłacalne.
☐	☐	☐	☐	☐	Mam zbyt mało informacji, czy moje działania są efektywne.
☐	☐	☐	☐	☐	Nie ma narzędzi do zarządzania energią (np. programów komputerowych).

36. Proszę określić, jak chętnie uczestniczyłby/łaby Pan/Pani w poniższych programach pozwalającym na kontrolowanie zużycia energii:

tak	raczej tak	brak zdania	raczej nie	nie	Zaznacz na liście dla każdego zdania
☐	☐	☐	☐	☐	Taryfy, w których są **różne stawki za energię w ciągu dnia**, i w każdym dniu obowiązują takie same
☐	☐	☐	☐	☐	Taryfy, w których w **wybranych dniach stawki** są bardzo wysokie, w innych niskie Informacje **o dniach** wysokich stawek odbiorca otrzymuje dzień wcześniej sms-em
☐	☐	☐	☐	☐	Taryfy, w których w **wybranych godzinach stawki mogą być bardzo** wysokie, a w pozostałych niskie. Informacje **o godzinach** wysokich stawek odbiorca otrzymuje wcześniej sms-em
☐	☐	☐	☐	☐	Taryfy, w których odbiorca wyraża **zgodę na zmniejszenie zużycia energii** w wybranych okresach, za co otrzymuje **bonus**, np. finansowy
☐	☐	☐	☐	☐	Taryfy, w których są różne stawki za energię w ciągu dnia, **zmieniają się np. co godzinę**, i odbiorca decyduje, w jakim okresie włączać urządzenia
☐	☐	☐	☐	☐	Programy, gdzie **dostawca będzie decydował o wykorzystaniu energii** przez urządzenia użytkowane w gospodarstwie domowym, np. będzie mógł decydować, które z nich, kiedy włączyć lub ograniczyć zasilanie

37. Którymi programami edukacyjnymi związanymi z efektywnym zarządzaniem zużyciem energii sieci byłby/łaby Pan/Pani zainteresowana?

tak	raczej tak	brak zdania	raczej nie	nie	Zaznacz na liście dla każdego zdania
☐	☐	☐	☐	☐	Pozycje książkowe, broszury, artykuły
☐	☐	☐	☐	☐	Programy telewizyjne i radiowe
☐	☐	☐	☐	☐	Dedykowane portale internetowe i fora wymiany informacji
☐	☐	☐	☐	☐	Pokazowe domy lub mieszkania, w których można zobaczyć, jak to działa
☐	☐	☐	☐	☐	Mieszkania do wynajęcia lub hotele, w których zainstalowano takie systemy
☐	☐	☐	☐	☐	Spotkania i wydarzenia promujące te rozwiązania (np. festyny, pogadanki)

38. Jakich inicjatyw oczekuje Pan/Pani przed wprowadzeniem nowych programów związanych z instalacją inteligentnych liczników i Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych?

tak	raczej tak	brak zdania	raczej nie	nie	Zaznacz na liście dla każdego zdania
☐	☐	☐	☐	☐	Specjalnych punktów konsultacyjnych w biurach obsługi klienta
☐	☐	☐	☐	☐	Specjalnych linii telefonicznych umożliwiających rozmowę ze specjalistą
☐	☐	☐	☐	☐	Szczegółowej informacji o **najbliższych** działaniach dotyczących mojego domu
☐	☐	☐	☐	☐	Programu o **docelowych** działaniach dotyczących mojego domu
☐	☐	☐	☐	☐	Szczegółowej informacji, jakie korzyści można osiągnąć w najbliższym czasie
☐	☐	☐	☐	☐	Informacji, jakie koszty muszę ponieść w najbliższym czasie
☐	☐	☐	☐	☐	Informacji, jakie docelowe korzyści można osiągać po przystąpienia do programu (przy pełnym rozwoju sieci inteligentnych za kilka lat)
☐	☐	☐	☐	☐	Informacji o doświadczeniach innych odbiorców w takich programach
☐	☐	☐	☐	☐	Możliwość rozmowy z członkami ekip instalujących nowe liczniki i urządzenia

39. Jeśli weźmie Pan/Pani udział w programie kontroli zużycia energii, to w jaki sposób chciałby/łaby Pan/Pani otrzymywać informacje na temat nowych możliwości zarządzania zużyciem energii? (można wybrać więcej niż jedną odpowiedź)

☐ Listem zwykłym
☐ Poprzez e-mail
☐ Jako dodatkowe informacje dołączane do rachunku
☐ Reklamy w TV i w radio
☐ Informacje na stronie internetowej dostawcy

☐ W trakcie spotkania w biurze obsługi klienta
☐ Poprzez bezpośrednią rozmowę telefoniczną
☐ Inne strony internetowe
☐ Artykuły w czasopismach
☐ Informacje bezpośrednie, np. sms lub na smartfona
☐ Od dostawców innych usług, np. telekomunikacyjnych
☐ Brak zdania
☐ Odmawiam przyjmowania takich informacji

40. Jaki minimalny procent obniżki rachunku zachęciłby Pana/Panią do udział w programie kontroli zużycia energii?

☐ 1%–5% ☐ pow. 5% ☐ pow. 10% ☐ pow. 15% ☐ pow. 20% ☐ pow. 30%

41. Jeśli zdecydowałby/łaby się Pan/Pani na udział w programie związanym z kontrolą zużycia energii, to jak często w ciągu doby sterowałby/łaby Pan/Pani zużyciem energii swojego domu (przy założeniu, że może to zmniejszyć rachunek ok. 5%)

☐ 1 ☐ 2 ☐ 4 ☐ 5–10 ☐ sterowanie powinno być automatyczne

42. Jeśli będzie Pan/Pani posiadać inteligentny licznik (z możliwością dwustronnej komunikacji), w jaki sposób chciałby/łaby Pan/Pani komunikować się z dostawcą energii w celu codziennego zarządzania energią?

☐ Poprzez e-mail
☐ Automatyczne połączenie telefoniczne
☐ On-line na zabezpieczonej stronie internetowej
☐ Sms lub informacja na smartfon
☐ Dodatkowa informacja do rachunku
☐ Poprzez wyświetlacz inteligentnego licznika
☐ Poprzez jakieś inne specjalne urządzenie
☐ Brak zdania
☐ Odmawiam przyjmowania takich informacji

43. Do jakich informacji chciałby/łaby Pan/Pani mieć dostęp w celu zarządzania zużyciem energii?

bez znaczenia	ważne, ale bez opłat	b. ważne, za dopłatą	Zaznacz na liście dla każdego zdania
☐	☐	☐	Wyświetlanie aktualnej ceny w postaci: cena – okres obowiązywania, np. w kolejnej godzinie lub od ostatniej zmiany
☐	☐	☐	Bieżąca informacja na temat wysokości rachunku
☐	☐	☐	Bieżące zużycie energii (w danym momencie)
☐	☐	☐	Informacja, jak moje zużycie energii wpływa na środowisko
☐	☐	☐	Informacja, ile zużywam energii dziennie, tygodniowo, miesięcznie
☐	☐	☐	Dostęp do danych z poprzednich miesięcy i lat i porównanie z poprzednimi okresami

☐	☐	☐	Informacja, ile prawdopodobnie zużyję energii i ile zapłacę w aktualnym okresie
☐	☐	☐	Informacja, ile energii zużyło jakieś urządzenie lub ile wynosiło zużycie we fragmencie mieszkania, mieszkania lub gospodarstwa
☐	☐	☐	Informacja, ile zaoszczędzę, jeśli podejmę działanie, np. wyłączę jakieś urządzenie
☐	☐	☐	Porównanie z odbiorcami o podobnym profilu
☐	☐	☐	Porównanie z wartościami normatywnymi dla mojego profilu
☐	☐	☐	Możliwość ustalenia budżetu na energię w dowolnym okresie i alarmu, gdy przekraczam
☐	☐	☐	Informacja o awarii i włączeniach w dostawie prądu
☐	☐	☐	Dla urządzeń produkujących energię: ile energii swojej zużywam, ile sprzedaję

44. Zarządzanie zużyciem energii wiąże się z wykorzystywaniem nowych rozwiązań informatycznych. Które z cech oprogramowania są dla Pana/Pani istotne:

bez znaczenia	ważne, ale bez opłat	b. ważne, za dopłatą	Zaznacz na liście dla każdego zdania
☐	☐	☐	Brak obowiązku instalowania specjalnego oprogramowania
☐	☐	☐	Możliwość konsultacji działań i bieżących wyników z innymi użytkownikami
☐	☐	☐	Automatyczne połączenie z popularnymi portalami społecznościowymi
☐	☐	☐	Dostęp do systemu z dowolnego miejsca, w dowolnym czasie, z dowolnego urządzenia
☐	☐	☐	Prosty sposób pomocy
☐	☐	☐	Bezpieczeństwo danych i ochrona prywatności
☐	☐	☐	Atrakcyjny wizualnie interfejs
☐	☐	☐	Personalizacja interfejsu
☐	☐	☐	Prostota obsługi dla wszystkich członków rodziny
☐	☐	☐	Możliwość wyboru graficznego sposób przedstawienia zużycia energii, np. typu wykresu
☐	☐	☐	Możliwość tworzenia różnych analiz (np. zużycia energii przez lodówkę w ciągu roku)
☐	☐	☐	Możliwość zdalnej kontroli urządzeń w domu (np. włączenia klimatyzatora, ogrzewania)
☐	☐	☐	Możliwość wyboru trybu sterowania automatycznego lub ręcznego
☐	☐	☐	Wykorzystanie powszechnie stosowanych, otwartych, standardów i protokołów

45. Jak teraz, po pytaniach, może Pan/Pani określić swój stosunek do Inteligentnymi Sieci Elektroenergetycznych?

☐ pozytywny ☐ negatywny ☐ brak zdania ☐ inne

Wzór kwestionariusza ankiety dla mieszkańców osiedla Stoki

46. Czy chciałby/łaby Pan/Pani, aby na osiedlu były instalowane urządzenia produkujące energię z odnawialnych źródeł energii OZE?

☐ tak ☐ nie ☐ brak zdania

47. Które z poniższych elementów, związanych z estetyką osiedla mogą stanowić dla Pana/Pani przeszkodę dla instalowania OZE?

☐ Brak przeszkód
☐ Pogorszenie estetyki budynku (np. panele słoneczne na dachu, wysokie turbiny wiatrowe)
☐ Hałas (np. turbin wiatrowych)
☐ Pogorszenie estetyki całego osiedla (np. budynki biogazowni, dodatkowe urządzenia systemu elektroenergetycznego)
☐ Inne……..

48. Czy chciałby Pan/Pani, aby na osiedle było zasilane głównie energią z własnych urządzeń OZE?

☐ Tak.
☐ Nie, zasilanie w energię powinno odbywać się tak, jak dotychczas.
☐ Energia z OZE powinna być używana tylko w przypadku awarii systemu zasilania.

49. Czy chciałby/łaby Pan/Pani wspólnie z innymi mieszkańcami inwestować w lokalne OZE zasilające energią osiedle?

☐ tak ☐ nie

50. Czy chciałby/łaby Pan/Pani, aby osiedle wspólnie zarządzało wyprodukowaną energią (wspólna sprzedaż wyprodukowanej energii może wiązać się z osiąganiem większych zysków)?

☐ tak ☐ nie

51. Jak ocenia Pan/Pani systemy wsparcia dla produkowania energii z OZE?

tak	raczej tak	brak zdania	raczej nie	nie	Zaznacz na liście dla każdego zdania
☐	☐	☐	☐	☐	Zwolnienie z podatków
☐	☐	☐	☐	☐	Gwarantowana cena na wyprodukowaną energię z OZE na 10–20 lat
☐	☐	☐	☐	☐	Dopłaty do instalowanych urządzeń

Załącznik 2

Analiza wybranych systemów EMS dla społeczności prosumentów

System/ Producent	Aspekt					Okres analiz			Analiza				Oprogramowanie				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Symulacja	Scenariusze	Równowaga	Optymalizacja operacji	Optymalizacja inwestycji	Typ analiz	Przedział planowania	Okres planowania w latach	S	W	O	T	Wymagania	Licencja	Pomocnik techn.	Doświadczenie	Raportowanie
Homer The Hybrid Optimization Model for Electric Renewables/ NREL	X			X	X	Ko	Z	1	B. dobre możliwości raportowania, Analiza wrażliwości, Wysoka jakość interfejsu	Prosty model	Bezpłatny	Zależność od stanu rozwoju innego systemu (EADER)	W	Bp	@	Śr	D

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
DER-CAM Distributed Energy Resources Customer Adoption Model/LBNL				X	X	Ko	G	1	Modelowanie mikrosieci, Akceptacja modelu przez odbiorców EV	Głównie aspekty ekonomiczne mniej techniczne, mało analiz RZE, Brak analiz turbin wiatrowych	Elastyczność, Dodatkowe aspekty środowiskowe, Optymalizacja inwestycji i operacji, Możliwość ustawiania limitów dla wielu budynków	Wymagany system GAMS, brak materiałów wspomagających, Mała liczba danych wyjściowych	W+ GAMS,+Ex	BP+GAMS	@	Śr	Śr
EAM Economic Evaluation of Microgrids/Univ. Tokyo				X	X	Ko	G	1	Modelowanie mikrosieci, Akceptacja modelu przez odbiorców, Modelowanie ładowania pojazdów el., Ustawianie skali RZE	Wyłącznie do analizy ekonomicznej	Optymalizacja inwestycji i operacji	Brak dostępności do programu	W+ GAMS, +Ex	–	–	–	–
MARKAL - TIMES Market Allocation model and The Integrated MARKAL – EFOM/ System ETSAP		X	X		X	Do	D	50	Analiza scenariuszy	Brak optymalizacji operacji, Wymagane posiadanie licencji handlowej	Elastyczność	Wymagane dodatkowe systemy Mała liczba danych wyjściowych		L	Tel @	D	P

RETScreen Clean Energy Project Analysis Software/ RETScreen International		X			X	Do	M	50	Analiza scenariuszy, Ustawienia parametrów RZE	Limitowana liczba rozwiązań, Brak optymalizacji operacji	Darmowy interfejs wielojęzykowy	Brak możliwości rozbudowy	W+Ex	Bp	@ forum	M	Ex
H_2RES/ IST-UTL&Univ. Zagrzeb	X	X		X	X	BL	G	BL	Analiza scenariuszy	Brak analiz inwestycji, Brak doświadczeń z mikrosiecią	Testowany przez IST	Brak dostępności do programu					

Objaśnienia: BL – bez limitu; D – definiowalny; Do – długookresowa; G – godzina; Ko – krótkookresowa; M – miesiąc; Z – zmienny; @ – dostęp przez e-mail; Bp – bezpłatne; D – duże; Ex – Excel; GAMS – General Algebraic Modeling System; L – licencja komercyjna; M – małe; P – podstawowe; Śr – średnie; W – Windows.

Źródło: opracowanie na podstawie [Mendes i in., 2011].

Słownik pojęć elektroenergetyki i rynku energii

Słownik został utworzony na podstawie artykułów, definicji i pojęć z zakresu elektroenergetyki i rynku energii dostępnych na portalach: Urzędu Regulacji Energetyki (URE), Centrum Informacji o Rynku Energii (CIRE) oraz agencji doradztwa Argox Eco Energia[1].

Dom pasywny – to budynek, który swoją energię pobiera ze źródeł pasywnych (mieszkańcy, urządzenia elektryczne, ciepło słoneczne, ciepło odzyskane z wentylacji) i którego zapotrzebowanie energetyczne jest bardzo niskie – na poziomie 15 kWh energii na 1 m^2 powierzchni użytkowej w ciągu 1 roku. Dom taki powinien się charakteryzować:

- odpowiednim ustawieniem w stosunku do kierunków świata – okna po stronie południowej i brak okien na północnej części budynku,
- brakiem tzw. mostków cieplnych, czyli eliminacji wszelkiego rodzaju załamań dachu,
- bardzo dobrą izolacją,
- wentylacją z odzyskiem ciepła,
- oknami nisko emisyjnymi (nieoddające ciepła na zewnątrz),
- wykorzystywaniem energii ziemi (pompy ciepła) i słońca (kolektory słoneczne).

DSM – zarządzanie lub sterowanie popytem – identyfikowanie, ocena i wykorzystanie źródeł (zasobów) po stronie popytu na energię elektryczną przez jej końcowych użytkowników. DSM jest jednym z instrumentów realizacji zintegrowanego planowania zasobów energetycznych po stronie popytowej (szczegółowe informacje w rozdziale 2).

Efektywność energetyczna – 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 niezbędną do uzyskania tego efektu.

Energia czarna – energia wytwarzana w wyniku spalania węgla kamiennego lub brunatnego.

Energia czerwona – energia elektryczna wytwarzana w elektrociepłowniach w skojarzeniu z ciepłem. Energia ta sprzedawana jest na zasadach rynkowych.

Energia zielona – energia wytwarzana w Odnawialnych Źródłach Energii. Pochodząca z nich energia sprzedawana jest na zasadach rynkowych, a obrotowi poddane są tzw. świadectwa pochodzenia potwierdzające naturę wyprodukowania energii. Firmy sprzedające energię elektryczną odbiorcom końcowym muszą wykazać się odpowiednią liczbą posiadanych świadectw pochodzenia energii proporcjonalną do ilości sprzedawanej energii.

Energia żółta – energia wytworzona w elektrowniach gazowych, gazowo-parowych lub w skojarzeniu z ciepłem w źródłach o mocy mniejszej niż 1MW.

Grupa taryfowa – grupa odbiorców pobierających energię elektryczną lub korzystających z usług związanych z zaopatrzeniem w energię elektryczną, dla których stosuje się jeden zestaw cen lub stawek opłat i warunków ich stosowania. Przynależność do grupy taryfowej zależy głównie od napięcia zasilania oraz wartości mocy umownej.

---

[1] www.ure.gov.pl, www. cire.pl, www.argoxee.com.pl

Jednostki mocy i energii elektrycznej

W = wat (moc),
kW = kilowat (1000 watów),
kWh = kilowatogodzina (energia),
MW = megawat (1000 kW),
MWh = megawatogodzina (1000 kWh),
GW = gigawat (1 000 000 kW),
GWh = gigawatogodzina (1000 000 kWh),
TW = terawat (1 000 000 000 kW),
TWh = terawatogodzina (1 000 000 000 kWh).

Klasa energetyczna – wskaźnik zużycia energii, a tym samym kosztów za energię. Jest dzielony na klasy, dotyczy sprzętu AGD oraz budynków.

Kogeneracja – skojarzona gospodarka energetyczna, CHP (Combined Heat and Power). Proces technologiczny jednoczesnego wytwarzania energii elektrycznej i użytkowej energii cieplnej w elektrociepłowni.

Kolorowe certyfikaty – element wspierania przez Państwo efektywności energetycznej. Certyfikaty są wydawane za zmniejszenie zużycia energii, zwiększenie sprawności wytwarzania energii, ograniczanie strat w przesyle i dystrybucji.

Kolektor słoneczny – urządzenie pochłaniające energię promieniowania słonecznego, służące do produkcji energii cieplnej, z reguły dla potrzeb przygotowania ciepłej wody użytkowej.

Komfort cieplny – stan, w którym człowiek nie odczuwa ani wychłodzenia, ani przegrzania organizmu. Komfort cieplny określają takie parametry, jak: temperatura powietrza w pomieszczeniu, średnia temperatura powierzchni przegród budowlanych, prędkość przepływu powietrza, wilgotność względna powietrza, stopień aktywności ruchowej użytkowników, od której zależy ilość ciepła wydzielanego przez organizm człowieka, opór przewodności cieplnej odzieży, od której zależy szybkość wymiany cieplnej pomiędzy ciałem ludzkim a otoczeniem.

Licznik energii elektrycznej – układ pomiarowy zużycia energii elektrycznej, instalowany na koszt przedsiębiorstwa energetycznego i będący jego własnością.

Licznik przedpłatowy – układ pomiarowo-rozliczeniowy energii elektrycznej, w którym dopływ energii elektrycznej zostaje uruchomiony po uiszczeniu z góry należności za określoną ilość energii.

Mikrosieć – mała, modularna generacja energii wzajemnie połączona z niskonapięciową siecią rozdzielczą, która może być połączona z systemem elektroenergetycznym, albo pracować wyspowo, w sposób sterowany i skoordynowany (szczegółowy opis w rozdziale 1).

Odbiorca energii elektrycznej w gospodarstwie domowym – odbiorca końcowy dokonujący zakupu energii elektrycznej w celu jej zużycia na cele komunalno-bytowe.

Odnawialne Źródło Energii – źródło wykorzystujące w procesie przetwarzania energię ze źródeł określanych mianem niewyczerpywalnych, uzupełnianych nieustannie w procesach naturalnych, np. występującą w postaci promieniowania słonecznego, energii wiatru czy biomasy, a także energię kinetyczną płynącej wody i wewnętrzne ciepło Ziemi. Koszt paliwa jest zerowy, a produkcja energii nie zanieczyszcza środowiska. Dostępność tego typu źródeł nie jest jednakowa w skali globalnej (np. poziom nasłonecznienia), występują jednak niemal wszędzie.

Ogniwa fotowoltaiczne, ogniwa PV – przekształcają energię słoneczną w elektryczną. Podstawowymi elementami ogniw fotoelektrycznych są specjalne półprzewodniki, które pod wpływem światła słonecznego wytwarzają prąd elektryczny stały.

Operatorzy rynku energii – działania, dzięki którym możliwe jest funkcjonowanie rynku energii podzielić można na grupy prowadzone przez odpowiednich operatorów:

– działania związane z przesyłem i dystrybucją energii elektrycznej – nadzorowane przez operatorów systemu elektroenergetycznego: Operatora Systemu Przesyłowego (OSP) i Operatorów Systemów Dystrybucyjnych (OSD);

– działania związane z handlem energią – nadzorowane przez operatorów rynku – obecnie to Operatorzy Handlowi i Operatorzy Handlowo-Techniczni; przewidywane jest utworzenie Operatorów Pomiarów zajmujących się zbieraniem danych pomiarowych z liczników energii klientów końcowych i przekazywaniem ich do Operatorów Systemów Dystrybucyjnych.

Operator Systemu Dystrybucyjnego – przedsiębiorstwo energetyczne zajmujące się dystrybucją energii elektrycznej, odpowiedzialne za ruch sieciowy w systemie dystrybucyjnym, bieżące i długookresowe bezpieczeństwo funkcjonowania tego systemu, eksploatację, konserwację, remonty oraz niezbędną rozbudowę sieci dystrybucyjnej, w tym połączeń z innymi systemami elektroenergetycznymi.

Przyłącze – odcinek sieci energetycznej służący do połączenia instalacji elektrycznej odbiorcy z siecią energetyczną.

Regulacja w energetyce – mechanizm kontrolny rynku energii. W Polsce realizowany przez Urząd Regulacji Energetyki (URE) zaliczany do centralnych organów administracji rządowej. Urząd ten reprezentowany przez swojego Prezesa reguluje działalność przedsiębiorstw energetycznych zgodnie z ustawą Prawo energetyczne i założeniami polityki energetycznej Państwa, zmierzając jednocześnie do równoważenia interesów poszczególnych uczestników rynku energii.

Rynek energii – Podstawowe zasady funkcjonowania polskiego rynku energii zawarte zostały w ustawie Prawo energetyczne oraz związanych z nią aktach wykonawczych. Uczestnikami rynku energii w Polsce są:

– wytwórcy energii (elektrownie systemowe, elektrociepłownie, producenci energii z OZE),

– firmy zajmujące się handlem energią (tzw. Spółki obrotu) kupują energię od wytwórców i sprzedają ją klientom finalnym. Ceny i warunki transakcji są indywidualnie ustalane pomiędzy firmą sprzedającą a kupującą energię lub wynikają z zasad jej zakupu (zakup na giełdzie energii lub za pośrednictwem internetowych platform obrotu energią). Klientom stanowiącym gospodarstwa domowe energia sprzedawana jest po cenach określonych w taryfach zatwierdzonych przez Urząd Regulacji Energetyki.

– firmy zajmujące się transportem energii, Operatorzy Systemów Dystrybucyjnych.

Prawo energetyczne nie przewiduje szczególnych ograniczeń w kształtowaniu różnych sposobów handlu energią. Polski rynek energii podzielony jest na trzy zasadnicze segmenty:

– rynek kontraktowy,
– rynek giełdowy,
– rynek bilansujący.

Oprócz tego na polskim rynku energia elektryczna może być kupowana za pośrednictwem Platformy Obrotu Energią Elektryczną POEE.

Rynek kontraktowy – handel energią na rynku kontraktowym odbywa się na podstawie kontraktów dwustronnych (umów) zawieranych pomiędzy wytwórcami energii a firmami handlującymi energią oraz klientami finalnymi.

Rynek giełdowy – obejmuje handel na giełdzie energii (Towarowej Giełdzie Energii S.A.). Handel energią na TGE odbywa się głównie na tzw. Rynku Dnia Następnego (RDN). Notowania na RDN odbywają się codziennie w dwóch sesjach: o godz. 8:30 i 10:30. RDN prowadzony jest na dzień przed dobą, w której następuje fizyczna dostawa energii. Składa się on z 24-godzinnych linii notowań (okresów rozliczeniowych), w których Członkowie Giełdy mogą kupować i sprzedawać energię elektryczną. Uczestnicy RDN wysyłają zlecenia kupna

lub sprzedaży dla poszczególnych godzin. Ze zleceń sprzedaży tworzona jest krzywa podaży, a ze zleceń zakupu tworzona jest krzywa popytu. Ceny transakcyjne na giełdzie wyznaczane są jako ceny równowagi pomiędzy zgłaszanymi niezależnie przez Członków Giełdy zleceniami sprzedaży i kupna energii elektrycznej.

Na TGE funkcjonuje również **Rynek Terminowy Energii Elektrycznej** (RTEE). Notowane na TGE kontrakty terminowe na dostawę energii elektrycznej pozwalają wyznaczyć jej cenę w dłuższym horyzoncie czasowym. Sprzedawcy i więksi odbiorcy energii mogą prognozować w ten sposób ceny energii oraz optymalizować koszty jej sprzedaży i zakupu. TGE prowadzi także obrót prawami majątkowymi wynikającymi ze świadectw pochodzenia energii (Rynek Praw Majątkowych – RPM), na którym producenci energii w OZE i w źródłach kogeneracyjnych oraz firmy zobowiązane do zakupu świadectw pochodzenia mogą handlować prawami majątkowymi do tych świadectw. Na giełdzie energii handluje się również uprawnieniami do emisji CO_2 (Rynek Uprawnień do Emisji CO_2 – RUE). Obrót odbywa się w tym przypadku jednostkami EUA (*European Unit Allowance*) w formie transakcji natychmiastowych (spot).

Rynek bilansujący – jest specyficznym obszarem rynku energii, na którym następuje bilansowanie różnic pomiędzy transakcjami zawartymi między poszczególnymi uczestnikami rynku a rzeczywistym zapotrzebowaniem na energię elektryczną.

Taryfa dla energii elektrycznej – jest to wydawane co roku zestawienie zawierające aktualne ceny na towary i usługi oferowane przez przedsiębiorstwo energetyczne. Stawki opłat są jednostkowymi cenami za świadczone usługi, a więc przesyłanie towaru i rozliczanie zużycia. Taryfa, która jest opracowywana przez przedsiębiorstwo energetyczne, musi być zatwierdzona przez prezesa URE. Dopiero wtedy stosuje się ją wobec odbiorców energii.

Układ pomiarowo-rozliczeniowy – liczniki i połączone z nimi urządzenia pomiarowe, służące do przeprowadzania pomiarów zużycia energii u odbiorców.

Sieć elektroenergetyczna – zbiór urządzeń powiązanych funkcjonalnie i połączonych elektrycznie za pomocą kabli, przeznaczonych do przesyłania, przetwarzania, rozdzielania na określonym terytorium wytworzonej w elektrowniach energii elektrycznej oraz do zasilania nią odbiorców. Sieci elektroenergetyczne dzieli się ze względu na:

1) rodzaj prądu:
   - zmiennoprądowe,
   - stałoprądowe;
   - wysokość napięcia:
   - sieć niskich napięć (nn) < 1kV,
   - sieć średnich napięć (SN) < 60 kV,
   - sieć wysokich napięć (WN) ≤ 220 kV
   - sieć najwyższych napięć (NN) ≥ 400 kV;
2) zadania:
   - przesyłowe – to sieć wysokiego napięcia oraz sieć najwyższego napięcia (w Polsce o napięciu 220 kV, 400 kV i 750 kV),
   - rozdzielcze i dystrybucyjne – to sieć średniego napięcia oraz sieć niskiego napięcia (w Polsce o napięciu nie wyższym niż 110 kV).

System elektroenergetyczny – sieci elektroenergetyczne wraz z przyłączonymi do nich urządzeniami do wytwarzania lub pobierania energii elektrycznej, współpracujące na ściśle określonych zasadach, zdolne do trwałego utrzymywania określonych parametrów niezawodnościowych i jakościowych dostaw energii elektrycznej oraz spełniania warunków obowiązujących we współpracy z innymi połączonymi systemami.

Umowa o przyłączenie do sieci – umowa cywilno-prawna zawierana pomiędzy ZE, a podmiotem przyłączanym do sieci. Zawiera ona postanowienia dotyczące: ilości przesyłanych paliw ga-

zowych, energii elektrycznej albo ciepła oraz miejsca ich dostarczania, standardów jakościowych, warunków zapewnienia niezawodności i ciągłości dostarczania, sposobu ustalania stawek opłat i warunków wprowadzania ich zmian dla określonej w taryfie grupy odbiorców, sposobu rozliczeń, odpowiedzialności stron za niedotrzymanie warunków umowy, okresu jej obowiązywania i warunków rozwiązania. Umowa przyłączeniowa stanowi podstawę do rozpoczęcia realizacji prac projektowych i budowlano-montażowych wymaganych przy przyłączaniu.

Umowa o sprzedaży energii – umowa cywilno-prawna zawierana pomiędzy sprzedawcą a odbiorcą energii, na postawie której odbywa się sprzedaż energii elektrycznej. Umowa sprzedaży energii powinna zawierać co najmniej postanowienia dotyczące: ilości sprzedaży paliw gazowych, energii elektrycznej albo ciepła w podziale na okresy umowne, sposobu ustalania cen i warunków wprowadzania ich zmian, sposobu rozliczeń, odpowiedzialności stron za niedotrzymanie warunków umowy, okresu jej obowiązywania i warunków rozwiązania.

Przyłącze elektryczne – odcinek podziemnej lub napowietrznej linii elektrycznej, łączący zewnętrzną sieć zasilającą ze złączem znajdującym się w budynku.

Punkt przyłączenia – punkt, w którym gospodarstwo domowe jest przyłączone do sieci elektroenergetycznej z reguły niskiego napięcia. Aby gospodarstwo domowe było przyłączone do sieci musi posiadać zgodę dystrybutora energii i spełniać wymagania podane w dokumencie zwanym warunki przyłączenia.

TPA (*Third Part Access*) – zapis prawny, który zobowiązuje Operatorów Systemów Dystrybucyjnych działających na terenie kraju do przesyłania energii do lokalnych odbiorców, niezależnie od tego, w jakiej części kraju znajduje się firma, która sprzedaje energię. Zasada TPA jest podstawą możliwości zmiany sprzedawcy.

Turbina wiatrowa, elektrownia wiatrowa, siłownia wiatrowa – urządzenie służące do produkcji energii elektrycznej z wiatru.

Zapotrzebowanie na energię końcową – określa roczną ilość energii dla ogrzewania (ewentualnie chłodzenia), wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej. Jest obliczana dla standardowych warunków klimatycznych i standardowych warunków użytkowania. Jest miarą efektywności energetycznej budynku i jego techniki instalacyjnej. Zapotrzebowanie na energię końcową to ilość energii bilansowana na granicy budynku, która powinna być dostarczona do budynku przy standardowych warunkach z uwzględnieniem wszystkich strat, aby zapewnić utrzymanie obliczeniowej temperatury wewnętrznej, niezbędnej wentylacji i dostarczenie ciepłej wody użytkowej. Małe wartości sygnalizują niskie zapotrzebowanie i tym samym wysoką efektywność.

Zielone certyfikaty, świadectwa pochodzenia energii odnawialnej – dokumenty potwierdzające wytworzenie energii elektrycznej w odnawialnym źródle energii (OZE) wydawane są przez prezesa Urzędu Regulacji Energetyki na podstawie wniosków otrzymanych od wytwórców energii. Na podstawie ustawy Prawo energetyczne sprzedawca z urzędu jest obowiązany do zakupu energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnych źródłach energii przyłączonych do sieci, znajdujących się w obszarze działania sprzedawcy z urzędu, oferowanej przez przedsiębiorstwa energetyczne, które uzyskały koncesje na jej wytwarzanie. Obowiązek zakupu energii elektrycznej z OZE dotyczy źródeł przyłączonych do sieci, do której są przyłączeni odbiorcy energii elektrycznej, z którymi przedsiębiorstwo energetyczne ma obowiązek zawrzeć umowę sprzedaży, albo którym ma obowiązek świadczyć usługę kompleksową. Przedsiębiorstwo energetyczne zajmujące się wytwarzaniem energii elektrycznej w OZE lub jej obrotem i sprzedające tę energię odbiorcom niezużywającym jej na własne potrzeby obowiązane jest przekazać posiadane świadectwa pochodzenia energii elektrycznej przedsiębiorstwu energetycznemu dokonującemu jej zakupu.

Słownik akronimów

Accenture	– nazwa własna firmy konsultingowej
AMI	– Advanced Metering Infrastructure, Zaawansowana infrastruktura pomiarowa
AMS	– Automated Meter Information System, Systemy automatycznego opomiarowania
ATKearney	– nazwa własna firmy konsultingowej
CHP	– Combined Heat and Power, Kogeneracja
CPP	– Critical Peak Pricing, Taryfy z krytyczną stawką cenową, Krytyczne ceny szczytowe
DER	– Dispearesd Energy Resources, Rozproszone Źródła Energii
DR	– Demand Response, odpowiedź strony popytowej
DSM	– Demand Side Management, Zarządzanie popytem na energię
DSR	– Demand Side Response, Odpowiedź strony popytowej
EE	– Energy Efficiency, Efektywność energetyczna
EMS	– Energy Management System, System zarządzania energią
EPRI	– Electric Power Research Institute
FiT	– Feed in Tariff, Taryfy gwarantowane
ICES	– Integrated Community Energy Systems, zintegrowany system zarządzania energią
ICR	– Interruptible and Curtailable Rates, Taryfy z wyłączeniem
IEA	– International Energy Agency
ILMS	– Inteligent Load Management System, System inteligentnego zarządzania ładowaniem pojazdów
ISD	– Infrastruktura Sieci Domowej
ISE	– Inteligentna Sieć Elektroenergetyczna (ang. Smart Grid)
NIST	– National Institute of Standards and Technology
OZE	– Odnawialne źródła energii
PDR	– Peak Day Rebate, Taryfy z rabatami za godziny szczytu
PTR	– Peak Time Rebates, Taryfy z rabatami za godziny szczytu
RSME	– Rozproszone systemy magazynowania energii
RTP	– Real Time Pricing, Taryfy czasu rzeczywistego
RZE	– Rozproszone Źródła Energii
SCADA	– Supervisory Control And Data Acquisition
SG	– Smart Grid, Inteligentna Sieć Elektroenergetyczna
SGCC	– Smart Grid Consumer Collaborative – nazwa własna stowarzyszenia non-profit
SOA	– Service oriented archirecture, Architektura zorientowana na usługi
TOU	– Time of Use, Taryfy wielostrefowe
V2G	– Vehicle to Grid
VCPP	– Variable CPP, Zmienne Krytyczne Ceny Szczytowe ze zmienną taryfą

Spis tabel

Tabela 1.1. Korzyści Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej dla klienta i dostawcy energii 25
Tabela 1.2. Wizje rozwoju ISE..... 26
Tabela 1.3. Elementy mikrosieci podlegające kontroli systemu EMS..... 34
Tabela 1.4. Zapewnienie bezpieczeństwa dla osiągania celów ISE..... 37
Tabela 1.5. Zagrożenia ataków na Inteligentne Sieci Elektroenergetyczne..... 40
Tabela 1.6. Skale implementacji różnych typów OZE 45
Tabela 1.7. Rola odbiorcy energii z technologii OZE 49
Tabela 1.8. Ogólny przegląd programów interwencyjnych 56
Tabela 1.9. Oszczędność energii w zależności od sposobu komunikacji 62
Tabela 1.10. Wpływ elementów systemu informacji zwrotnej na zachowania odbiorców energii 63
Tabela 1.11. Preferencje odbiorców w zakresie zawartości informacji zwrotnej 65
Tabela 2.1. Odbiorca energii w krótko- i długofalowych scenariuszach rozwoju ISE 83
Tabela 2.2. Scenariusze rozwoju programów DSR w Europie..... 86
Tabela 2.3 Struktura wykorzystania energii elektrycznej przez urządzenia gospodarstwa domowego w Europie 90
Tabela 2.4. Rekomendacja programów DSM dla jednoosobowych gospodarstw domowych 96
Tabela 2.5. Wykorzystanie energii elektrycznej w Polsce w 2009 r. 98
Tabela 2.6. Plany instalacji inteligentnych liczników wybranych dostawców energii 100
Tabela 2.7. Rodzaje bodźców i strony reakcji w programach DSR..... 109
Tabela 2.8. Programy DSR dla sektora gospodarstw domowych 121
Tabela 2.9. Metody ograniczenia popytu na energię 124
Tabela 2.10. Czynniki i obszary ograniczenia popytu na energię..... 126
Tabela 2.11. Konflikty i synergie pomiędzy programami reakcji strony popytowej i programami efektywności energetycznej 128
Tabela 2.12. Porównanie potencjalnych możliwości w zakresie efektywności energetycznej..... 130
Tabela 2.13. Redukcja zużycia energii w wybranych projektach pilotażowych DSR w gospodarstwach domowych..... 131
Tabela 3.1. Preferencja usług odbiorców energii według segmentów 151
Tabela 3.2. Segmenty odbiorców energii według badań SGCC 153
Tabela 3.3. Segmenty odbiorców energii według badań Accenture 156
Tabela 3.4. Segmenty odbiorców energii według badań ATKearney..... 159
Tabela 3.5. Cykl powstawania wspólnot prosumentów energii..... 171
Tabela 3.6. Funkcjonalność systemów EMS dla prosumentów..... 185
Tabela 4.1. Grupy wiekowe w metryce ankiety 205
Tabela 4.2. Mapowanie pytań kwestionariusza do celów szczegółowych ankiety 206
Tabela 4.3. Charakterystyka badanych według grup wiekowych i płci..... 209
Tabela 4.4. Charakterystyka badanych według grup statusu na rynku pracy 210
Tabela 4.5. Charakterystyka badanych według grup wykształcenia..... 210
Tabela 4.6. Charakterystyka badanych według liczby osób w gospodarstwie domowym..... 210
Tabela 4.7. Charakterystyka badanych według sytuacji materialnej 211

Tabela 4.8. Charakterystyka gospodarstwa domowego według typu budynku i ogrzewania ... 211
Tabela 4.9. Charakterystyka gospodarstwa domowego według własności ... 212
Tabela 4.10. Znajomości pojęcia „inteligentny licznik" w regionie łódzkim i na świecie ... 213
Tabela 4.11. Znajomości pojęcia „inteligentna sieć elektroenergetyczna" w Polsce i na świecie ... 214
Tabela 4.12. Istotność poboru energii nabywanych urządzeń w odniesieniu do sytuacji materialnej gospodarstw ... 215
Tabela 4.13. Istotność poboru energii nabywanych urządzeń w odniesieniu do udziału rachunku za energię w ogólnych wydatkach ... 215
Tabela 4.14. Znajomość poboru energii posiadanych urządzeń dla sytuacji materialnej gospodarstw ... 216
Tabela 4.15. Znajomość poboru energii posiadanych urządzeń dla udziału rachunku za energię w ogólnych wydatkach ... 216
Tabela 4.16. Liczba podejmowanych działań związanych z oszczędnością energii ... 217
Tabela 4.17. Aktualne formy oszczędzania energii wśród respondentów badania ... 217
Tabela 4.18. Zmiany dostawcy energii ... 218
Tabela 4.19. Postrzeganie korzyści ISE (w %) ... 218
Tabela 4.20. Ranking postrzegania korzyści ISE (w %) ... 219
Tabela 4.21. Postrzeganie potencjalnych zagrożeń związanych z rozwojem ISE (w %) ... 221
Tabela 4.22. Ranking postrzegania zagrożeń związanych z rozwojem ISE (w %) ... 224
Tabela 4.23. Znajomość aktualnego dostawcy energii ... 226
Tabela 4.24. Częstotliwość odwiedzania aktualnego dostawcy energii ... 226
Tabela 4.25. Informacja o rodzajach paliw energii ... 227
Tabela 4.26. Znajomość informacji na rachunku za energię ... 227
Tabela 4.27. Kontrola zużycia energii on-line ... 228
Tabela 4.28. Komunikacja z innymi dostawcami usług i kontrola innych rachunków on-line ... 228
Tabela 4.29. Preferencje w zakresie dostępu do informacji (w %) ... 230
Tabela 4.30. Preferencje w zakresie korzystania z opinii innych konsumentów przy nabywaniu nowych urządzeń ... 231
Tabela 4.31. Preferencje w zakresie cech oprogramowania (w %) ... 233
Tabela 4.32. Częstotliwość sterowania w ciągu doby ... 234
Tabela 4.33. Urządzenia w gospodarstwie domowym ... 235
Tabela 4.34. Akceptacja instalacji inteligentnych liczników ... 236
Tabela 4.35. Znaczenie aspektów ochrony środowiska ... 237
Tabela 4.36. Udział w programie zwiększającym efektywność korzystania z energii ... 237
Tabela 4.37. Czynniki zniechęcające do działań na rzecz oszczędności energii (w %) ... 238
Tabela 4.38. Oczekiwany procent obniżki rachunku zachęcający do przystąpienia do programów kontroli zużycia energii przez respondentów w grupach udziału rachunku za energię w wydatkach ogólnych (w %) ... 239
Tabela 4.39. Oczekiwany procent obniżki rachunku zachęcający do przystąpienia do programów kontroli zużycia energii w grupach o określonej sytuacji materialnej (w %) ... 239
Tabela 4.40. Preferencje programów DSR (w %) ... 241
Tabela 4.41. Preferencje otrzymywania informacji o nowych programach DSR ... 243
Tabela 4.42. Preferencje programów edukacyjnych (w %) ... 244
Tabela 4.43. Oczekiwane inicjatywy i zakres informacyjny (w %) ... 245
Tabela 4.44. Zainteresowanie doradztwem przy zakupie nowych urządzeń ... 248
Tabela 4.45. Preferencje odbiorców grupy pilotażowej w zakresie programów DSR ... 249
Tabela 4.46. Charakterystyka grup odbiorców w badanej grupie respondentów ... 250

Tabela 4.47. Zakup urządzenia generującego energię z OZE 252
Tabela 4.48. Chęć zakupu urządzenia generującego energię ze źródeł odnawialnych (w %) .. 253
Tabela 4.49. Chęć zakupu pojazdu elektrycznego lub hybrydowego 253
Tabela 4.50. Akceptacja instalacji generatorów energii z OZE na osiedlu 255
Tabela 4.51. Znaczenie OZE dla estetyki osiedla 255
Tabela 4.52. Akceptacja zasilania osiedla energią z OZE 256
Tabela 4.53. Akceptacja form wsparcia generacji energii z OZE (w %) 256
Tabela 4.54. Czynniki zwiększania wpływu i formy edukacji oraz promocji wpływające na zmianę roli odbiorcy 286

Spis rysunków

Rys. 1.1. Model koncepcyjny NIST dla odbiorcy w ISE 31
Rys. 1.2. Model zachowań związanych ze środowiskiem 53
Rys. 1.3. Behawioralne determinanty wpływające na zmiany w zachowaniu 53
Rys. 1.4. Model planowania i oceny zmiany procesu zachowań odbiorców energii 54
Rys. 1.5. Model heurystyczny kształtowania zmian zachowań związanych ze środowiskiem 58
Rys. 2.1. Kategorie DSM 80
Rys. 2.2. Rola DSR w systemie planowania elektroenergetycznego 114
Rys. 3.1. Proces doboru ofert programów DR dla odbiorcy energii 146
Rys. 3.2. Proces decyzyjny stosowania celowej segmentacji dla taryf CPP 147
Rys. 3.3. Model zmian roli odbiorcy na rynku energii – determinanty i bariery 168
Rys. 3.4. Proces rekrutacji odbiorców do programu pilotażowego prowadzonego w projekcie ADDRESS 196
Rys. 3.5. Proces angażowania odbiorcy w program DR w projekcie ADDRESS 198
Rys. 4.1. Punkty zmiany roli odbiorcy energii i elementy je kształtujące 203
Rys. 4.2. Schemat mapowania punktów kwestionariusza do wyznaczania ról odbiorcy energii 207
Rys. 4.3. Determinanty procesu angażowania odbiorcy w zarządzanie popytem na energię 258
Rys. 4.4. Model procesu angażowania odbiorcy w zarządzanie popytem na energię inicjowany przez dostawcę 264
Rys. 4.5. Interakcja dostawcy z jednostkami zewnętrznymi i wewnętrznymi w procesie strategii tworzenia programów DSR 271
Rys. 4.6. Produkt dla odbiorcy w programie DSR 272
Rys. 4.7. Proces wprowadzania programów pilotażowych DSR 276
Rys. 4.8. Proces rekrutacji w programach pilotażowych DSR 276
Rys. 4.9. Proces ewaluacji w programach pilotażowych DSR 279
Rys. 4.10. Kampanie i akcje edukacyjno-informacyjne na rzecz EE i DSR 285

Spis wykresów

Wykres 4.1. Poparcie dla korzyści z ISE 220
Wykres 4.2. Poparcie dla korzyści z ISE w USA 221
Wykres 4.3. Ocena potencjalnych zagrożeń związanych z rozwojem ISE 224
Wykres 4.4. Zmiana postrzegania problematyki ISE w wyniku przeprowadzonej ankiety ... 225
Wykres 4.5. Preferencje w zakresie formy bieżącej komunikacji z dostawcą energii 229
Wykres 4.6. Preferencje w zakresie dostępu do informacji 231
Wykres 4.7. Preferencje cech oprogramowania 234
Wykres 4.8. Czynniki zniechęcające do działań na rzecz oszczędności energii 238
Wykres 4.9. Akceptacja programów DSR 241
Wykres 4.10. Łączne preferencje programów edukacyjnych 244
Wykres 4.11. Akceptacja inicjatyw i pożądany zakres informacyjny 245

Od Redakcji

Anna Pamuła jest absolwentką Wydziału Ekonomiczno-Socjologicznego Uniwersytetu Łódzkiego, kierunku Cybernetyka Ekonomiczna i Informatyka, specjalność Przetwarzanie Danych i Rachunkowość. Od początku pracy zawodowej jest zatrudniona w Katedrze Informatyki, początkowo jako asystent, a po otrzymaniu tytułu doktora na Wydziale Zarządzania jako adiunkt, a następnie starszy wykładowca.

Zainteresowania naukowe dr Anny Pamuły od początku dotyczyły różnych aspektów wykorzystania systemów informatycznych wspomagających pracę organizacji. Udział w projektach analizy systemów w jednostkach sektora energetycznego ukierunkował jej zainteresowania naukowe na możliwości wykorzystania systemów informatycznych zarządzania w przedsiębiorstwach tego sektora.

Anna Pamuła zdobywała doświadczenie naukowe w National Technical University of Athens i Inesc Porto w latach 1995–1997 jako uczestnik w projekcie Tempus Phare Project: „System Curriculum Advancement Through Innovative Approaches". Tematyka tych staży skłoniła Autorkę do szczególnego zainteresowania się tematyką transformacji sektora elektroenergetycznego z systemu centralnego na rozproszony, a zwłaszcza tematem rozwoju Inteligentnej Sieci Elektroenergetycznej. Swoje zainteresowania miała okazję realizować podczas udziału w europejskich projektach badawczych: The Birth of a EUropean Distributed EnErgy Partnership (that will help the large scale implementation of distributed energy resources in Europe), Synergy + (Expanding the Competitive Intelligence in the European Distributed Energy Resources Sector) within Sixth Framework Programme, MoreMicrogrids (Advanced Architecture and Control Concepts) for More microgrids within the Sixth Framework Program for RTD, SEESGEN-ICT (Supporting Energy Efficiency in Smart generation grids trough ICT – a Thematic Network to encourage energy efficiency in Smartgrids). Udział w projektach badawczych i rezultaty badań zostały przedstawione w publikacjach prezentowanych w czasopismach krajowych i materiałach konferencyjnych, których Anna Pamuła jest autorką i współautorką. Jest również współautorką rozdziałów w dwóch monografiach *Zastosowanie sztucznej inteligencji w zarządzaniu* oraz *Społeczeństwo informacyjne.*

Doświadczenie naukowo-dydaktyczne dr Anna Pamuła zdobywała podczas staży w College of Business and Management University of Maryland, USA (w 1997 i 1999 r.) w związku z programem Management Education in Poland – University of Lodz, Poland – University of Maryland, USA. Ma duże doświadczenie dydaktyczne w zakresie prowadzenia zajęć na studiach pierwszego

i drugiego stopnia, podyplomowych oraz EMBA. Ukończyła szereg szkoleń specjalistycznych z zakresu systemów informatycznych zarządzania potwierdzonych certyfikatami. Jest współautorem i koordynatorem kierunków i specjalności prowadzonych na Wydziale Zarządzania UŁ, co zostało udokumentowane w postaci szeregu publikacji dydaktycznych.