ATKearney

Infrastruktura Sieci Domowej (ISD) w ramach Inteligentnych Sieci / *HAN within Smart Grids*

Raport Podsumowujący

Spis treści

1. Wstęp 5

2. Definicja i zakres ISD 7

3. Wnioski z raportu rynkowo - społecznego 11

3.1. ISD a inteligentne sieci 11

3.2. Odbiorcy w gospodarstwach domowych 11

3.3. ISD w średnich i małych przedsiębiorstwach 13

3.4. Międzynarodowe najlepsze praktyki 14

3.4. Budowanie zaangażowania konsumentów 17

3.5. Reakcja sprzedawców energii 18

4. Wnioski z raportu technologicznego 20

5. Wnioski z raportu ekonomicznego 24

5.1. Podejście i reakcja firm technologicznych i dostawców energii 24

5.2. Korzyści z wdrożenia ISD dla interesariuszy 26

5.3. Koszty wdrożenia ISD dla interesariuszy 27

5.4. Wyniki analizy kosztów i korzyści wdrożenia 28

5.5. Źródła finansowania 31

6. Wnioski z raportu regulacyjnego 33

6.1. ISD jako indywidualny środek efektywności energetycznej 33

6.2. ISD w ramach inteligentnej sieci energetycznej 33

6.3. Prawne aspekty świadczenia usług ISD 36

6.4. Finansowanie wdrożenia ISD 38

7. Wpływ rozwoju ISD na krajowy system elektroenergetyczny 40

8. Finalne rekomendacje 43

9. Dalsze działania dla rozwoju ISD 46

10. Autorzy raportów 47

Spis rysunków

Rysunek 1. Kampania edukacyjno-marketingowa realizowana na czterech poziomach 17

Rysunek 2. Korzyści wdrożenia technologii w zakresie ISD w Polsce 26

Rysunek 3. Koszty wdrożenia technologii w zakresie ISD w Polsce 27

Rysunek 4. System dofinansowania VEET 32

Rysunek 5. Źródła informacji dla analiz projektowych.....45

Rysunek 6. Dalsze działania w zakresie analizy, przygotowania i realizacji wdrożeń 46

Spis wykresów

Wykres 1. Wpływ zastosowania technologii w zakresie ISD na profil zużycia energii elektrycznej 13

Wykres 2. Wyniki wdrożenia dla trzech scenariuszy 28

Wykres 3. Wyniki wdrożenia ISD dla scenariusza trzeciego po uwzględnieniu dodatkowych korzyści 29

Wykres 4. NPV dla scenariusza drugiego przy uwzględnieniu dodatkowych korzyści.....29

Wykres 5. NPV dla scenariusza pierwszego przy uwzględnieniu dodatkowych korzyści 31

1. Wstęp

Początkowe lata wieku XXI to okres, w którym wiele krajów staje przed ogromnym wyzwaniem zaspokojenia rosnących potrzeb energetycznych przy uwzględnieniu wymagań związanych z ochroną środowiska. Intensywność poszukiwań efektywniejszych możliwości produkcji energii wyzwala fundamentalną potrzebę przekształcenia gospodarek wielu państw świata w sposób umożliwiający rozwój innowacyjnych technologii. Z obserwacji trendów wynika, że prosta kontynuacja dotychczasowych kierunków rozwojowych w zakresie infrastruktury energetycznej gwarantującej bezpieczeństwo energetyczne staje się dziś wysoce niewystarczająca.

Nowe wyzwania stojące przed uczestnikami rynku elektroenergetycznego są szczególnie istotne dla gospodarki Polski. W obliczu regulacji unijnych i wewnętrznych w najbliższej perspektywie konieczne jest podjęcie działań na rzecz poprawy efektywności energetycznej oraz zmniejszenia emisji dwutlenku węgla i innych zanieczyszczeń. Zważywszy na kończącą się żywotność ekonomiczną wielu bloków wytwórczych oraz zaostrzenie wymagań środowiskowych w roku 2015 (zakończenie etapu przejściowego dla wdrażania rygorystycznych unijnych norm emisji), przy jednoczesnym ciągłym wzroście zużycia, istnieje wyraźne ryzyko wystąpienia luki podażowej energii elektrycznej w Polsce około roku 2016. Następstwami takiej sytuacji mogłyby być rotacyjne wyłączenia dostaw energii, a w skrajnych przypadkach również masowe blackout'y. Negatywny wpływ takich zjawisk na gospodarkę liczony jest w miliardach złotych. Wypełnienie luki podażowej poprzez zwiększenie podaży energii elektrycznej generowanej centralnie może okazać się trudne w tak krótkim czasie z uwagi na czasochłonność i skomplikowanie procesów inwestycyjnych w nowe moce wytwórcze. Odpowiedzią i sposobem na zarządzanie pojawiającym się ryzykiem może być podjęcie działań związanych z zaangażowaniem konsumentów w zarządzanie energią.

Postęp technologiczny umożliwia zmianę roli konsumenta z biernego klienta w aktywnego uczestnika rynku zarządzającego świadomie swoją konsumpcją energii i wytwarzającego energię na bazie urządzeń mikrogeneracji. Rodzą się zatem pomysły, a nawet rozwinięte koncepcje nowego modelu funkcjonowania energetyki, w których wzrasta rola konsumenta. To właśnie dynamicznie rozwijający się rynek energetyczny, a konkretnie coraz bardziej świadomy udział konsumentów w rynku energetycznym i wzrastające wymagania w zakresie oferowanych usług i ich jakości stają się motorem do zmian zasad funkcjonowania rynku energetycznego. Konsument staje się coraz bardziej aktywnym uczestnikiem rynku, co dzieje się między innymi za sprawą jego zaangażowania w wytwarzanie energii elektrycznej na potrzeby własne, z możliwością sprzedaży generowanych nadwyżek energii do podmiotów zewnętrznych. Następuje również aktywowanie nowych, dotychczas niewystępujących w skali masowej funkcji usprawniających i ekonomizujących naszą codzienność, co w konsekwencji prowadzi do koniecznej rozbudowy infrastruktury sieci energetycznej (na poziomie dystrybucji i przesyłu) i domowej o elementy i systemy wysoce wyspecjalizowane - inteligentne. Jedną z głównych zalet takiej rozbudowy systemu elektroenergetycznego jest wsparcie w podnoszeniu efektywności energetycznej oraz optymalizacja inwestycji w nowe moce wytwórcze i sieci elektroenergetyczne. W efekcie możliwe jest ograniczenie ryzyka wystąpienia luki podażowej – z jednej strony generacja energii realizowana jest przez rozproszone źródła konsumenckie, a z drugiej strony optymalizowane jest jej zużycie

poprzez podejmowanie działań na rzecz poprawy efektywności energetycznej i zarządzanie krzywą poboru. Nie bez znaczenia jest również osiąganie celów środowiskowych – dostrzegalne tendencje wskazują na rozwój generacji rozproszonej opartej przede wszystkim na odnawialnych źródłach.

Odbiorca aktywny posiadający w swoim gospodarstwie takie elementy jak odbiorniki z możliwością regulowanej i koordynowanej pracy, małe układy generacyjne z odnawialnymi źródłami energii, magazyny energii (stacjonarne i mobilne – EV) oraz układy zarządzania z komunikacją zewnętrzną stać się może nowym graczem na rynku energii oraz może przejąć część kompetencji nie tylko w zakresie wypełnienia celów wynikających z przyjętych pakietów energetycznych, ale także tych dotyczących poprawy bezpieczeństwa energetycznego, a wynikających z innych nieprzewidzianych przyczyn. ISD powinna być zatem technicznym narzędziem w ręku odbiorcy świadomego energetycznie i powinna podnieść jego rangę w strukturze rynku energii.

Zaprezentowane w projekcie raporty: rynkowo-społeczny, ekonomiczny, technologiczny i regulacyjny wskazują na postępujące w świecie odwrócenie porządku energetycznego z rozwiązań opartych na technologiach wielkoskalowych (z wyraźnie słabnącą tendencją rozwojową) na rozwiązania korzystające z rozproszonych źródeł energii (zdecydowanie z tendencją prorozwojową), które maja szanse być sprzężone ze sobą za pomocą wysokorozwiniętych struktur inteligentnych, efektywnie korzystających z rozwiązań innowacyjnych i zaawansowanych technologicznie. Jednym z najważniejszych elementów niejako będącym centrum możliwych rozwiązań jest Infrastruktura Sieci Domowej (ISD), która ostatecznie zmienia dotychczasowego biernego konsumenta w aktywnego uczestnika rynku elektroenergetycznego, który – zaspokajając własne potrzeby - przyczynia się do osiągania ważnych celów ogólnogospodarczych.

2. Definicja i zakres ISD

Infrastruktura sieci domowej (ISD; ang. Home Area Network) to zestaw urządzeń zainstalowanych w domu, wzajemnie komunikujących się ze sobą, służących między innymi do zarządzania zużyciem energii elektrycznej. W skład sieci wchodzą urządzenia lub aplikacje służące do zarządzania zużyciem energii elektrycznej, aktywne urządzenia gospodarstwa domowego, urządzenia służące do przydomowej produkcji energii elektrycznej (generacji rozproszonej) oraz technologie pozwalające na komunikację wewnątrz sieci oraz z innymi sieciami, w tym w szczególności z siecią AMI.

Należy podkreślić, że ISD może dotyczyć także infrastruktury odbiorców sektora drobnej przedsiębiorczości (np. Building Management Systems w odniesieniu do budynków wielorodzinnych, obiektów usługowych, budynków biurowych itp.).

Inteligentne Sieci można rozumieć jako nałożenie na obecny system elektroenergetyczny zunifikowanego systemu komunikacji i kontroli, umożliwiającego dostarczanie wymaganych informacji (np. ilość zużytej energii elektrycznej) do właściwych podmiotów (np. sprzedawca energii, konsument) w odpowiednim czasie. Prowadzi to do optymalizacji pracy systemu elektroenergetycznego. Moduły inteligentnych sieci odzwierciadlają elementy łańcucha wartości systemu elektroenergetycznego:

- Inteligentne wytwarzanie energii,
- Inteligentna dystrybucja i przesył,
- Inteligentna konsumpcja.

W każdym elemencie inteligentne sieci służą do osiągania określonych celów i korzyści. Istotą trzeciego obszaru jest zaangażowanie konsumentów w działania w celu zmiany profilu zużycia energii elektrycznej w taki sposób, aby osiągać zakładane korzyści dla siebie, jak i również korzyści wspólne. Rozwiązania technologiczne w zakresie ISD mogą być stosowane dla wsparcia realizacji tych korzyści. ISD pozwala na rozszerzenie zakresu inteligentnych sieci w gospodarstwach domowych poza inteligentne liczniki oraz zbudowanie rozwiązań służących do zarządzania energią. Przedsiębiorstwa energetyczne dzięki wykorzystaniu ISD mogą istotnie zwiększać korzyści zapoczątkowane dzięki wdrożeniu innych rozwiązań inteligentnych sieci.

ISD może być budowana jako autonomiczna infrastruktura działająca w pomieszczeniach konsumenta. Łącznikiem pomiędzy ISD a rozwiązaniami inteligentnych sieci (Smart Grids) rozwijanych po stronie operatorów sieci jest inteligentny licznik, którego zastosowanie daje możliwość realizacji dodatkowych korzyści na bazie ISD. Infrastruktura Sieci Domowej pomimo umiejscowienia poza strukturami elektroenergetycznej sieci zawodowej wydaje się być jednym z najważniejszych ogniw inteligentnych sieci.

ISD spełnia zadania szeroko rozumianego zarządzania energią lub mediami energetycznymi (i innymi) na poziomie rozproszonego odbiorcy końcowego przynosząc mu wymierne korzyści finansowe w postaci redukcji kosztów i mniejszej zależności od sieci systemowej. Liczba potencjalnych węzłów zawierających ISD jak również ich wspomniane znaczne rozproszenie czyni z nich także doskonałe narzędzie do poprawy stabilności oraz

niezawodności sieci elektroenergetycznych. Wzajemna koordynacja pracy ISD z wykorzystaniem infrastruktury AMI pozwolić może na łatwiejsze osiągnięcie celów indykatywnych określonych np. w pakiecie klimatyczno-energetycznym 3x20. Aby to umożliwić niezbędne jest określenie warunków wzajemnej współpracy AMI i ISD przez zdefiniowanie kanałów komunikacyjnych, zakresu wymienianych informacji oraz sposobu rozliczeń reakcji na sygnały operatorskie.

ISD posadowiona po stronie odbiorcy końcowego, czyli odbiorcy aktywnego, który poprzez wdrożenie takiej struktury decyduje się na interaktywne wykorzystanie energii i mediów poprzez definiowanie sposobów ich wykorzystania w zależności od zewnętrznych lub wewnętrznych warunków kosztowych lub technicznych, powinna przynosić mu korzyści w postaci redukcji kosztów utrzymania jego gospodarstwa domowego (dotyczy także małych firm) związanych ze zużyciem różnych mediów. Należy zaznaczyć, że w większości przypadków zarządzanie energią i innymi mediami związane jest z pewnym ograniczeniem komfortu lub koniecznością zmiany przyzwyczajeń związanych z użytkowaniem instalacji wchodzących w skład gospodarstwa. Mało komfortowe i mało efektywne w dłuższej perspektywie wydaje się nałożenie na odbiorcę obowiązku ciągłej kontroli aktualnych danych na temat zużycia i kosztów, dlatego ISD powinna przejąć obowiązki sterowania instalacjami według ustalonych przez odbiorcę kryteriów. Pozwala to na zachowanie jego nadrzędnej roli w procesach zarządzania energią i innymi mediami bez nadmiernego angażowania jego uwagi i czasu, tym samym w sposób wolny od ryzyka związanego z brakiem lub wygasaniem zaangażowania. Odpowiednio zaprogramowana i skonfigurowana sprzętowo ISD pozwoli uchronić odbiorcę przed negatywnymi skutkami drożejącej energii.

ISD jest systemem składającym się z urządzeń, które nie wymagają stałej zabudowy. ISD powinna mieć zatem możliwość prostej i szybkiej instalacji i reinstalacji bez konieczności wykonywania prac budowlanych oraz przebudowy istniejących instalacji. Taka mobilność pozwala na łatwą rozbudowę systemu oraz upgrade sprzętowy w miarę rozwoju technologii. Możliwa jest też realizacja wdrożenia na bazie dzierżawy systemu od podmiotu zewnętrznego zajmującego się agregacją usług świadczonych przez większą liczbę ISD na rzecz operatorów. W ramach ISD funkcjonować powinny dwa podstawowe kanały transmisyjne:

- Wewnętrzny, obejmujący swoim działaniem urządzenia wewnątrz gospodarstwa domowego odbiorcy aktywnego,
- Zewnętrzny, służący do komunikacji ISD ze światem zewnętrznym.

Wewnętrzna komunikacja w ramach ISD obejmuje pozyskiwanie informacji pomiarowej i ewidencyjnej, sterowanie pracą urządzeń oraz sygnalizację i wyświetlanie danych archiwalnych i synoptycznych na jednym ze zintegrowanych z ISD urządzeń wyświetlających. Struktura komunikacyjna ISD powinna być oparta na centralnym układzie koncentrującym i rozdzielającym sygnały – bramie domowej, której podstawową funkcją oprócz sterowania przepływem informacji powinno być także filtrowanie dostępu do ISD. Powinno stosować się w tym względzie sposoby i techniki znane i sprawdzone w sieciach informatycznych.

Ze względu na brak standaryzacji w dziedzinie ISD najlepszym rozwiązaniem jest brama wieloprotokołowa, potrafiąca skomunikować urządzenia o różnych protokołach

komunikacyjnych i wykorzystująca do komunikacji różne media (przewodowe i bezprzewodowe).

Brama domowa powinna także zapewnić filtrowany dostęp do ISD z zewnątrz za pomocą kanału zewnętrznego – internetowego. Kanał ten służyć ma zdalnemu dostępowi do ISD przez użytkownika lub upoważnionego przez niego podmiotu np. dostawcy usług ISD. System pozwolić powinien także na uzyskanie informacji archiwalnych z kont internetowych odbiorcy znajdujących się na serwerach firm dostarczających mu energię i media. Osobnym kanałem zewnętrznym dla ISD jest AMI, który udostępniany jest z pośrednictwem licznika inteligentnego znajdującego się na granicy instalacji elektrycznej odbiorcy. Należy pamiętać, że liczniki te wyposażone będą w standardowe wyjścia komunikacyjne oparte prawdopodobnie na interfejsie USB natomiast instalowane są często w znacznej odległości (kilka do kilkudziesięciu metrów) od pomieszczeń objętych ISD, dlatego ich integracja z ISD wymagać może stosowania konwerterów sygnału (modemów) pozwalających na komunikację licznika AMI z ISD za pomocą jednego ze stosowanych w niej protokołów. Konwerter powinien być instalowany bezpośrednio przy liczniku w części podlegającej nadzorowi naruszenia strefy. Osobną kwestią pozostaje forma i tryb instalacji konwertera, gdyż wymaga to zgody operatora i obłożone jest w chwili obecnej opłatą. Miejsce to, choć kłopotliwe proceduralnie dla instalatora, zapewnia optymalną ochronę przed nieuprawnionym dostępem i próbą naruszenia prywatności odbiorcy przez działania osób trzecich zmierzające do pozyskania danych chronionych.

Komunikacja wewnętrzna i zewnętrzna w ramach ISD powinna zapewniać ochronę transmitowanych informacji poprzez stosowanie kluczy sprzętowych i programowych na wzór domowych sieci informatycznych, natomiast udział podmiotów zewnętrznych, takich jak operatorzy czy dostawcy usług ISD w procesie zarządzania energią, powinien być dodatkowo objęty umowami dwustronnymi.

Najważniejszym elementem ISD obok bramy domowej powinien być lokalny system zarządzania energią, który powinien archiwizować dane pomiarowe z liczników funkcjonujących w ramach ISD, przechowywać konfigurację i algorytm działania ISD oraz generować sygnały sterujące w odpowiedzi na odbierane sygnały rynkowe – w sposób zgodny ze scenariuszem predefiniowanym lub zdefiniowanym przez odbiorcę.

Należy pamiętać, że ISD, chociaż w znacznej części składa się z elementów teleinformatycznych, jest mikro systemem energetycznym, gdyż informacje transmitowane przez ISD oddziałują na przetworniki energii i mediów. Infrastruktura komunikacyjna służyć ma celom związanym z zarządzaniem energią i mediami. Infrastruktura komunikacyjna ISD w pewnej części (komunikacja zewnętrzna kanałem internetowym) może być natomiast wykorzystana do świadczenia usług nieenergetycznych, w szczególności związanych z ochroną życia i mienia odbiorcy.

ISD, chociaż działać powinna przede wszystkim na korzyść odbiorcy aktywnego, to poprzez odpowiedź na sygnały kosztowe (taryfowe) pośrednio przyczynia się także do uzyskiwania efektów szerszych w skali sieci systemowych w postaci redukcji obciążeń szczytowych i wyrównywania krzywej obciążenia dobowego (odpowiedź na stymulację taryfami wielostrefowymi), co bezpośrednio przekłada się na wzrost efektywności działania systemów np. elektroenergetycznych. W celu eliminacji możliwości wywierania przez operatorów nadmiernej presji cenowej dla osiągnięcia takich rezultatów, ISD powinna mieć możliwość

realizacji takich zadań w postaci usług systemowych w odpowiedzi na zgłoszone przez operatorów zapotrzebowanie na redukcję lub zwiększenie mocy pozwalające na ich osiągnięcie. Decyzja o udziale w takim programie powinna być suwerenną decyzją odbiorcy i powinna być odpowiednio rozliczana. Jednocześnie w sytuacjach katastrofalnych odbiorca posiadający wdrożoną ISD współpracującą z AMI odpowiadając na otrzymany z wyprzedzeniem sygnał w trybie pilnym („emergency”) o potrzebie redukcji mocy może uchronić swoje gospodarstwo przed całkowitym odłączeniem zasilania. Może także w porę rekonfigurować instalacje do pracy w trybie awaryjnym.

Zaznaczyć należy, że samo wdrożenie ISD oraz jej skomunikowanie z AMI przynieść może korzyści obu stronom tzn. operatorom i odbiorcom wyłącznie w sytuacji wypracowania przejrzystych i sprawiedliwych warunków technicznych i ekonomicznych współpracy tych elementów w ramach inteligentnych sieci.

3. Wnioski z raportu rynkowo - społecznego

3.1. ISD a inteligentne sieci

ISD jest jednym z kluczowych rozwiązań, dzięki którym inwestorzy w zakresie rozwiązań inteligentnych sieci mogą osiągać wyższy zwrot z inwestycji, szczególnie w obszarze inteligentnej konsumpcji. Ograniczenie szczytowego zapotrzebowania na moc, trwała redukcja zużycia energii elektrycznej czy możliwość rozbudowy systemu o oferowanie dodatkowych usług (np. generacja rozsiana) to tylko niektóre z korzyści wdrożenia ISD.

Technologie w zakresie ISD są wdrażane według różnych koncepcji i założeń. Możliwe jest wyodrębnienie kilku podstawowych architektur ISD rozwijanych przez poszczególne organizacje, instytucje i przedsiębiorstwa. Wszystkie zidentyfikowane architektury zawierają bramę domową, która jest niezbędnym elementem ISD, a większość z nich jest połączona z inteligentnym licznikiem, dostarczającym informacji na temat rzeczywistej konsumpcji energii.

3.2. Odbiorcy w gospodarstwach domowych

Wdrożenie ISD jest nieodzownie związane z zaangażowaniem konsumentów. Kluczowe korzyści z wdrożenia osiągane są dzięki zmianie przyzwyczajeń konsumentów w sposobie zużycia energii elektrycznej i związanym z nim zapotrzebowaniem na moc szczytową. W celu oszacowania wpływu ISD na zachowania konsumentów przeprowadzono analizę opartą o publicznie dostępne wyniki projektów pilotażowych, opracowania, przegląd doświadczeń zagranicznych oraz własne badanie ankietowe na reprezentatywnej próbie 1015 gospodarstw domowych, po raz pierwszy przeprowadzone w Polsce na taką skalę.

W pierwszym etapie analizy zidentyfikowano trzy segmenty konsumentów w zależności od ich podejścia do zarządzania energią.

- Odbiorcy aktywni – odbiorcy energii elektrycznej, którzy w pełni angażują się w zarządzanie energią poprzez zakup urządzeń ISD oraz wykorzystanie rozwiązań opartych na ISD. Odbiorcy aktywni wyraźnie redukują własne zużycie energii elektrycznej oraz zapotrzebowanie na moc szczytową,
- Odbiorcy częściowo aktywni – odbiorcy energii elektrycznej, którzy w umiarkowany sposób angażują się w zarządzanie energią. Korzystają jedynie z darmowych rozwiązań w tym zakresie. ISD pozwala im na nieznaczne obniżenie zużycia energii elektrycznej,
- Odbiorcy pasywni – odbiorcy energii elektrycznej, którzy nie angażują się w zarządzanie energią. Tym samym ich poziom konsumpcji energii oraz zapotrzebowania na moc szczytową nie ulega zmianie.

W następnym etapie analizy wybrano najskuteczniejsze rozwiązania stosowane w ramach ISD oraz oszacowano wpływ ich zastosowania na wyżej wymienione segmenty konsumentów. W zakresie rozwiązań umożliwiających redukcję konsumpcji energii elektrycznej, efektywnym rozwiązaniem jest wdrożenie narzędzia pozwalającego na monitorowanie zużycia energii elektrycznej w czasie rzeczywistym. Istnieją dwa podstawowe kierunki działań w tym zakresie:

- Budowa portalu WWW (dostępnego przez urządzenia konsumenta np. tablet, komputer, smart phone) bazującego na informacjach o zużyciu energii pobranych od danego konsumenta oraz od innych konsumentów w ramach zorganizowanego systemu pozyskiwana informacji pomiarowych,
- Budowa systemu bazującego na informacji pozyskanej lokalnie i wykorzystującego instalację dedykowanego panelu infrastruktury domowej (wyświetlacz)[1].

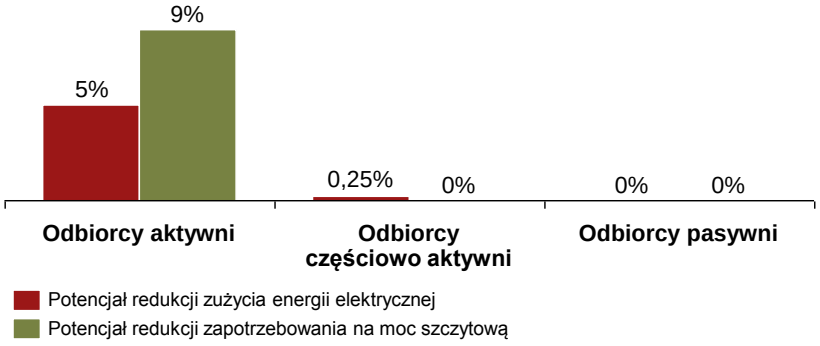
Oba rozwiązania mają mocne i słabe strony. Do największych zalet portalu WWW należą niski koszt jednostkowy rozwiązania oraz duże możliwości rozwoju platformy w przyszłości, w tym wykorzystanie możliwości porównywania do innych odbiorców. Wśród argumentów przemawiających za wykorzystaniem wyświetlaczy należy powszechność ich zastosowania na całym świecie oraz wysoka skuteczność w realizacji celów dzięki możliwości informowania odbiorców o skutkach jego decyzji w zakresie konsumpcji energii w czasie praktycznie rzeczywistym. Należy zwrócić uwagę, że portal WWW może udostępniać dane o zużyciu w czasie rzeczywistym jedynie w przypadku posiadana przez odbiorcę łącza szerokopasmowego i odpowiednich rozwiązań po stronie dostawcy usług ISD w zakresie przetwarzania danych, gdyż wymaga od systemu obróbki znacznej ilości danych o bardzo wysokim poziomie wrażliwości.

Ograniczenie zapotrzebowania na moc szczytową wspiera wprowadzenie odpowiedniego programu cenowego. Do rozwiązań w tym zakresie należą taryfy typu TOU (Time Of Use – zależne od czasu zużycia energii), CPP (Critical Peak Pricing – Ceny dla okresów szczytowych) oraz RTP (Real Time Pricing – ceny czasu rzeczywistego). Taryfy typu TOU pozwalają na osiągnięcie stosunkowo dużych korzyści, a jednocześnie dzięki prostej konstrukcji są łatwe w zrozumieniu dla konsumentów. Bardziej zaawansowane programy cenowe (CPP, RTP) wymagają większego zaangażowania w edukację klientów.

Największe korzyści z wdrożenia opisanych wyżej rozwiązań osiąga segment aktywnych odbiorców. Wyniki przeprowadzonej analizy wskazują, że konsumenci z tego segmentu osiągają średnią redukcję zużycia energii elektrycznej na poziomie 4-6 % oraz zapotrzebowania na moc szczytową o 9 %. Odbiorcy częściowo aktywni nie redukują zapotrzebowania na moc szczytową, ale zmniejszają konsumpcję energii elektrycznej średnio o 0,25 %. Odbiorcy pasywni zgodnie z definicją nie odnoszą bezpośrednich korzyści z wdrożenia. Wyniki zostały przedstawione na Wykresie 1.

[1] Istnieje również możliwość wykorzystania wyświetlaczy urządzeń będących na wyposażeniu odbiorcy (np. telewizor)

Wykres 1. Wpływ zastosowania technologii w zakresie ISD na profil zużycia energii elektrycznej



Źródło: Materiały źródłowe objęte analizą zespołu projektowego A.T. Kearney

Na potrzeby raportu określono również rozmiary poszczególnych segmentów. W oparciu o materiały źródłowe, oszacowano udział na dzień dzisiejszy poszczególnych grup odbiorców w Polsce w następującej wysokości: odbiorcy aktywni 10 %, odbiorcy częściowo aktywni 20 %, odbiorcy pasywni 70 %.

W oparciu o przeprowadzone analizy zdefiniowano następujące wnioski:

- Obserwowana jest niska, ale rosnąca świadomość istnienia inteligentnych sieci w społeczeństwie (na świecie około 40 % konsumentów słyszało o tym temacie, w Polsce w zależności od badania 25-35 %, w USA 40-50 %),
- Dla zdecydowanej większości konsumentów (w Polsce i na świecie) główną motywacją do ograniczania zużycia energii elektrycznej jest oszczędność pieniędzy. Drugim czynnikiem zyskującym na znaczeniu jest potrzeba ochrony środowiska naturalnego,
- Wykorzystanie rozwiązań pozwalających na redukcję zapotrzebowania szczytowego na moc w Polsce kształtuje się obecnie na bardzo niskim poziomie (mała popularność taryfy TOU). Badania wskazują, że w społeczeństwie istnieje zainteresowanie masowym wdrożeniem tego typu narzędzi (w Polsce zainteresowaniu u ok 25 % konsumentów, w USA 25-50 %),
- Polacy monitorują zużycie energii elektrycznej głównie w oparciu o rachunek za energię. Nowoczesne narzędzia takie jak Internet (BOK), aplikacje na telefon są praktycznie niewykorzystywane (korzysta z nich tylko parę procent społeczeństwa). W Polsce ok. 18 % gospodarstw domowych objętych badaniem deklaruje zainteresowanie takimi rozwiązaniami. W USA poziomy zainteresowania oraz wykorzystania tych rozwiązań są znacznie wyższe (kilkadziesiąt procent),
- Zarówno w Polsce jak i USA portal WWW wydaje się być bardziej atrakcyjnym rozwiązaniem dla konsumentów niż płatny dedykowany wyświetlacz ISD.

3.3. ISD w średnich i małych przedsiębiorstwach

W kontekście zachowania konsumentów związanych z wdrożeniem ISD, istotnym dodatkowym obszarem wymagającym szerszego omówienia jest włączenie do wdrożenia

sektora średnich i małych przedsiębiorstw. Rozwiązania technologiczne ISD mogą być bowiem również wykorzystywane w takich przedsiębiorstwach.

Wyniki badań przeprowadzonych wśród przedsiębiorców w dwunastu krajach europejskich (w tym Polsce) w 2010 roku[2] wskazują na wysoką świadomość potrzeby podnoszenia efektywności energetycznej wewnątrz firm. Ponad 74 % europejskich przedsiębiorców uznaje zagadnienie optymalizacji konsumpcji energii za ważne dla swojego biznesu. Najczęstszym działaniem mającym na celu zmniejszenie zużycia energii jest informowanie i motywowanie pracowników do odpowiednich działań w tym zakresie – taką aktywność prowadziło lub planuje prowadzić 73 % europejskich firm objętych badaniem. Jednocześnie stosunkowo rzadko stosuje się dedykowane systemy zarządzania energią (Energy Management Systems, EMS), które swoją konstrukcją przypominają ISD, są jednak w stosunku do ISD bardziej rozbudowane. Przyczyną niskiego poziomu zainteresowania może być wysoki koszt tego rozwiązania, a co za tym idzie, potencjalnie dłuższy od akceptowalnego okres zwrotu.

Małe i średnie przedsiębiorstwa często nie mogą pozwolić sobie na wdrożenie i obsługiwanie dużych systemów EMS, ale z analiz wynika, że byłyby zainteresowanie rozwiązaniami w zakresie ISD, które umożliwią poprawę efektywności energetycznej bez ponoszenia znacznych nakładów. Przedsiębiorcy widzą znaczny potencjał w swoich firmach w zakresie podnoszenia efektywności energetycznej:

- 21 % przedsiębiorców widzi największe możliwości oszczędzania w oświetleniu (używanie energooszczędnych żarówek, instalacja wyłączników czasowych lub czujników ruchu),
- 17,2 % w ogrzewaniu, chłodzeniu, klimatyzacji i wentylacji,
- 16,3 % w izolacji budynku,
- 15,3 % w energooszczędnym wyposażeniu (komputery, drukarki, itp.).

Realizacja oszczędności w dwóch najczęściej wymienianych obszarach (automatyczne wyłączanie świateł, kontrola urządzeń konsumujących energię) jest możliwa przy wykorzystaniu ISD, która może być łatwym i tanim we wdrożeniu i używaniu sposobem redukcji kosztów energii. Do głównych barier wdrożenia należą brak świadomości istnienia tego typu rozwiązań oraz wciąż potencjalnie wysokie koszty zakupu rozwiązań technologicznych. Przeprowadzenie ogólnopolskiej kampanii edukacyjnej oraz wprowadzenie odpowiedniego systemu wsparcia w finansowaniu ułatwi szerokie wykorzystanie rozwiązań opartych na ISD, zwłaszcza wśród mniejszych przedsiębiorstw.

3.4. Międzynarodowe najlepsze praktyki

W celu określenia statusu wdrożenia ISD na świecie przeanalizowano jedenaście projektów, będących w fazie opracowania, w fazie pilotażowej lub w fazie wdrożenia. Analizie poddano

[2] The Association of European Chambers of Commerce and Industry

między innymi takie czynniki jak technologia komunikacyjna, podejście do edukacji, wyzwania i doświadczenia oraz dalsze plany wdrożeniowe. Głównym kryterium wyboru przebadanych projektów był stopień wykorzystania rozwiązań technologicznych w zakresie ISD.

Na podstawie przeprowadzonej analizy projektów pilotażowych oraz wdrożeń ISD stwierdzono, iż zdecydowana większość z przeanalizowanych projektów znajduje się obecnie na etapie programów pilotażowych. Tylko jeden z analizowanych projektów był na etapie pełnego wdrożenia. Cele wszystkich analizowanych projektów skupiały się głównie wokół weryfikacji stopnia ograniczenia zużycia energii i zapotrzebowania na moc szczytową i weryfikacji poziomu akceptacji rozwiązań przez klientów oraz testowania struktur biznesowych. Większość projektów pilotażowych i wdrożeniowych prowadzonych jest w Stanach Zjednoczonych, Europie (Wielka Brytania, Włochy), Australii oraz Kanadzie. Opierają się one w większości na rozwiązaniach komunikacyjnych ZigBee SEP 1.0., a najczęściej testowane elementy technologiczne to brama domowa, wyświetlacz oraz aplikacja internetowa. Główne wyzwania podczas prowadzonych projektów pilotażowych to zapewnienie interoperacyjności urządzeń oraz dalszy rozwój standardu komunikacyjnego ZigBee SEP. Duży nacisk kładziony jest również na edukację. Inwestorzy planują dalsze wdrażanie rozwiązań ISD według trzech dominujących podejść:

- Prowadzenie dalszych projektów pilotażowych w celu weryfikacji opłacalności wdrażania ISD,
- Masowe wdrożenie indywidualne (budowa platformy pozwalającej klientowi na indywidualne założenie ISD),
- Masowe wdrożenie zorganizowane poprzez założenie u klienta ISD.

Większość operatorów systemów dystrybucyjnych w Polsce przeprowadza już instalacje pilotażowe, ograniczone na razie do inteligentnego opomiarowania. Największy projekt AMI, obejmujący docelowo cały obszar działalności, realizuje firma Energa-Operator. Dotychczasowe doświadczenia firm energetycznych w tym zakresie zaowocowały wypracowaniem przez Polskie Towarzystwo Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej (PTPiREE) propozycji ogólnopolskiego standardu wymagań funkcjonalnych dla liczników i koncentratorów. Dopiero następnym krokiem będzie realizacja projektów pilotażowych przy zastosowaniu bardziej zaawansowanych rozwiązań inteligentnych sieci w tym technologii w zakresie ISD.

W celu wdrożenia ISD należy zaadresować kluczowe bariery, aby móc mówić realnie o sukcesie tego przedsięwzięcia. Zidentyfikowano cztery obszary, które należy zaadresować w następującym zakresie:

- **Szerokie wdrożenie AMI** – instalacja inteligentnych liczników znacznie przyspiesza rozpowszechnianie się rozwiązań ISD oraz pozwala rozszerzyć funkcjonalności oraz korzyści oferowane przez ISD,
- **Standaryzacja protokołu komunikacyjnego** – wprowadzenie standardu komunikacji pomiędzy elementami ISD oraz pomiędzy bramą domową ISD a inteligentnym licznikiem pozwoli na zwiększanie interoperacyjności oraz przyczyni się do istotnego spadku cen rozwiązań w tym zakresie. Obecnie na rynku dostawców technologii oferowane są rozwiązania z dość wysokimi cenami urządzeń, w szczególności w porównaniu do średnich dochodów Polaków,

- **Obawy społeczeństwa** – doświadczenia zaobserwowane za granicą wskazują, że w społeczeństwie mogą pojawić się obawy o negatywny wpływ inteligentnych technologii energetycznych (w tym ISD) na zdrowie oraz o brak bezpieczeństwa danych pomiarowych. Obawy mogą prowadzić do silnego oporu i w konsekwencji zablokowania wdrożenia lub jego znacznego opóźnienia (np. poprzez wprowadzenie regulacji typu „opt-out" pozwalającej konsumentom na rezygnację z instalacji inteligentnych liczników lub aktywacji liczników zainstalowanych). Oznaczałoby to utratę korzyści wynikającej z pokrycia całego obszaru sieci inteligentnym pomiarem lub całkowitą nieefektywną inwestycję w nieaktywne liczniki,
- **Niski poziom zaangażowania klientów** – zbudowanie zaangażowania społeczeństwa jest konieczne w celu osiągnięcia pełnych korzyści z wdrożenia. Niski poziom zaangażowania konsumentów przekłada się na niski poziom realizacji celów związanych z wdrożeniem ISD.

Zaadresowanie dwóch pierwszych obszarów będzie w dużej mierze zależeć od otoczenia regulacyjnego. Wdrożenie AMI a w tym i inteligentnych liczników na masową skalę jest wysoce prawdopodobne w perspektywie do roku 2018 ze względu na obowiązujące oraz planowane przepisy na poziomie krajowym i wspólnotowym.

Działania w zakresie trzeciego i czwartego obszaru wymagają przeprowadzenia kampanii edukacyjno-marketingowej. Przegląd doświadczeń zagranicznych, zarówno w odniesieniu do firm użyteczności publicznej jak i instytucji publicznych, wskazuje na dużą skuteczność skoordynowanej kampanii realizowanej na czterech poziomach:

- **Poziom 1:** kampania krajowa, media masowego przekazu,
- **Poziom 2:** Internet, portale społecznościowe,
- **Poziom 3:** lokalne media, wydarzenia, samorządy,
- **Poziom 4:** bezpośredni kontakt.

Realizacja skoordynowanych działań komunikacyjnych na wielu poziomach pozwala na skuteczne dotarcie do szerokiej grupy odbiorców przy jednoczesnym dopasowaniu przekazu do potrzeb poszczególnych grup konsumentów. Przeprowadzenie kampanii ogólnopolskiej jest szczególnie istotne w kontekście zmniejszania obaw społeczeństwa związanych z wdrożeniem. Akcja edukacyjna nie może być ograniczana jedynie do obszarów realizacji projektów pilotażowych. Takie podejście może prowadzić do wielu negatywnych zjawisk, takich jak efekt Bakersfield w USA[3]. Badanie gospodarstw domowych w Polsce zrealizowane na potrzeby niniejszego opracowania, potwierdza potrzebę edukacji konsumentów.

Dodatkowym czynnikiem, który mógłby wspierać efektywne przeprowadzenie kampanii edukacyjno-marketingowej jest koordynacja programu przez podmiot centralny zrzeszający głównych interesariuszy (przedsiębiorstwa energetyczne, instytucje publiczne, inne organizacje). Rozwiązania tego typu stosowane są za granicą. Do zadań realizowanych przez podmiot centralny należą:

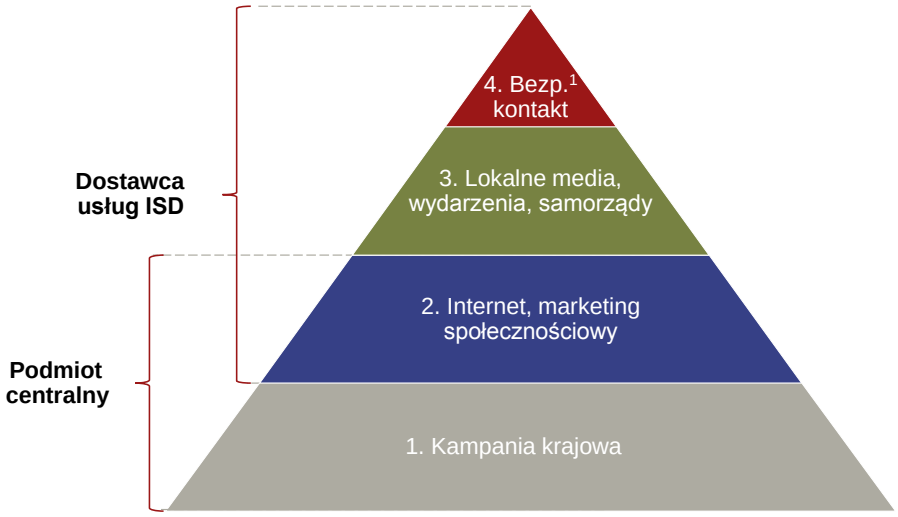
[3] Efektem Bakersfield określana jest sytuacja zaistniała w USA w 2010 roku, w której negatywne nastawienie uczestników projektów pilotażowych inteligentnych liczników w Kalifornii (miasto Bakersfield) oraz Teksasie zostało za pośrednictwem mediów masowego przekazu przeniesione na konsumentów w całym państwie.

- Opracowanie strategii komunikacji zawierającej segmentację konsumentów, treść komunikatów oraz format komunikacji,
- Koordynacja komunikacji na pierwszym poziomie (kampania ogólnopolska) oraz częściowe zaangażowanie w działania na drugim poziomie (Internet, media społecznościowe).

Komunikacja na poziomach trzecim i czwartym (wydarzenia lokalne, bezpośredni kontakt) realizowana jest głównie przez poszczególnych dostawców usług. Na tych poziomach wskazane jest wykorzystanie materiałów opracowanych w ramach strategii komunikacji.

Na rysunku 1 została zaprezentowana koncepcja czteropoziomowej kampanii marketingowo-edukacyjnej z uwzględnieniem podziału odpowiedzialności.

Rysunek 1. Kampania edukacyjno-marketingowa realizowana na czterech poziomach



1. Bezpośredni kontakt

Źródło: Materiały źródłowe objęte analizą zespołu projektowego A.T. Kearney

3.4. Budowanie zaangażowania konsumentów

Skuteczna kampania edukacyjno-marketingowa wymaga przede wszystkim jasnego określenia rodzajów informacji, które powinny zostać przekazane odbiorcom. Możliwe jest wyodrębnienie czterech kluczowych obszarów komunikatów definiowanych na bazie odpowiedzi na następujące pytania:

- Czym jest ISD i w jaki sposób działa?
- W jakim celu wprowadzane są rozwiązania technologiczne ISD?
- Jakie korzyści dla konsumenta niesie wdrożenie?
- Jak konsument może efektywnie korzystać z ISD?

Przekazy kampanii informacyjnej powinny być uszczegóławiane i dostosowywane do wymagań poszczególnych grup konsumentów (segmentów). Przykładowy podział odbiorców może przebiegać następująco:

- Konsumenci o podwyższonym ryzyku medycznym,
- Oszczędni,
- Entuzjaści technologii,
- Neutralni,
- Ekologiczni,
- Lubiący komfort.

Grupa konsumentów, dla których ograniczanie kosztów energii jest ważne (oszczędni), stanowi znaczną część społeczeństwa. Dla wielu konsumentów zapewnienie niezawodności dostaw energii elektrycznej jest istotnym zagadnieniem, za rozwiązanie, którego są gotowi ponosić dodatkowe koszty (lubiący komfort). Ponadto analizy wykazały, że segment klientów „ekologicznych" w Polsce jest niewielki (poniżej 10% społeczeństwa), lecz skupia najbardziej aktywnych konsumentów.

W procesie budowania zaangażowania konsumentów bardzo ważne jest przekazywanie informacji, które będą ograniczały obawy przed wdrożeniem. Doświadczenia zagraniczne wskazują, że obawy przed negatywnymi skutkami wdrożeń nowych technologii energetycznych mogą na długi czas zniechęcić klientów do angażowania się w tego typu działania. Z drugiej strony, efektem, który warto wykorzystać jest siła przykładu (naśladownictwo) i współzawodnictwa. Kampania edukacyjna powinna zapewniać propagację dokonań odbiorców aktywnych, aktywizując pozostałych. Zagadnieniem samym w sobie jest więc odpowiednie zaplanowanie strategii medialnej. Warto zwrócić także uwagę, że kampania edukacyjna realizowana dla ISD powinna być spójna oraz niejako następstwem działań promocyjnych związanych z wdrożeniem inteligentnych liczników oraz inteligentnych sieci w tych aspektach, które mogą bezpośrednio dotyczyć odbiorców końcowych (jakość energii, EV, mikrogeneracja, usługi na rzecz sieci i inne).

3.5. Reakcja sprzedawców energii

Wdrożenie technologii w zakresie ISD będzie czynnikiem, który w znaczny sposób wpłynie na sposób prowadzenia działalności przez sprzedawców energii elektrycznej. Intuicyjnie wydawać się może, że rozwiązania ukierunkowane na zmniejszanie zużycia, takie jak domowe systemy zarządzania energią, mogą być niekorzystne dla sprzedawców, ponieważ prowadzą do redukcji poboru energii z sieci a za tym strumienia przychodów opartego na wolumenie sprzedanej energii. **W sytuacji wysokiej konkurencji na rynku zwiększenie marży na sprzedaży energii jest mało prawdopodobne w związku z czym efektem końcowym zmniejszenia wolumenu sprzedawanej energii teoretycznie powinno być zmniejszenie zysku. Tymczasem modele biznesowe realizowane przez przedsiębiorstwa energetyczne w Stanach Zjednoczonych wskazują, że nowe technologie i usługi związane z efektywnością energetyczną mogą przyczyniać się**

wręcz do zwiększania zysków i budowania wartości firm energetycznych. Kluczowym czynnikiem jest zmiana podejścia – w nowych uwarunkowaniach biznesowych dodatkowym źródłem przychodów poza sprzedażą energii staje się sprzedaż nowych produktów i usług związanych z elektroenergetyką tworzonych na bazie nowych technologii energetycznych. Przegląd doświadczeń zagranicznych przeprowadzony na potrzeby raportu potwierdził, że nowe usługi dostarczają znacznych korzyści sprzedawcom energii. W Stanach Zjednoczonych dużą popularnością cieszą się następujące produkty i usługi:

- **Alarmy energetyczne** – informowanie klienta o przekroczeniu zadanego wcześniej limitu wysokości rachunku za energię,
- **Programy odpowiedzi popytu** – realizacja programu w zakresie agregacji potencjału redukcji mocy,
- **Inteligentny dom** – sprzedaż urządzeń inteligentnego domu (zarówno związanych jak i niezwiązanych z energetyką),
- **Generacja rozsiana** – sprzedaż urządzeń generacji rozsianej i zarządzanie nimi,
- **Usługi doradcze** – usługi doradztwa w zakresie optymalizacji użycia energii,
- **Informacja** – sprzedaż raportów wspierających optymalizację użycia energii,
- **Usługi finansowe** – personalizowane urządzenia ISD pozwalają na dostarczenie usług bankowych i usług związanych z autentykacją klienta.

Tak więc nowe produkty i usługi mogą być źródłem dodatkowej marży dla sprzedawców energii oraz dodatkowo pomagają zwiększać lojalność istniejących klientów. Wielu sprzedawców stosuje nowe produkty i usługi do zdobywania nowych klientów. Ponadto usługi tego typu mogą prowadzić również do zwiększania jakości obsługi klienta.

4. Wnioski z raportu technologicznego

Raport technologiczny opisuje architekturę ISD i jej funkcjonalności uwzględniając aspekty związane z komunikacją, bezpieczeństwem danych, wpływem ekspozycji na pola elektromagnetyczne oraz zaburzeniami przewodzonymi generowanymi przez interfejsy energoelektroniczne. Rekomendacje zawierają propozycję struktury organizacyjnej i funkcjonalności pozwalających na osiągnięcie celów stawianych takim systemom jak ISD w skali lokalnej (gospodarstwo Odbiorcy), jak i w szerszej skali systemowej (redukcja strat przesyłowych i obciążeń szczytowych) i krajowej (wzrost efektywności energetycznej i stopnia wykorzystania generacji lokalnej, w tym OZE). W szczególności uwzględnione zostały oczekiwania i obawy wynikające z wyników badań zamieszczonych w Raporcie Rynkowo- Społecznym.

ISD jest systemem opartym w znacznej mierze na układach teleinformatycznych, które nie wymagają stałej zabudowy. Stanowić może zatem doskonałe uzupełnienie instalacji już wbudowanych u konsumenta, bez konieczności ich przebudowy i ponoszenia towarzyszących temu kosztów. Struktura komunikacyjna ISD powinna być oparta o sieć z centralną bramą domową. Pozwala to na łatwiejszą (tańszą) realizację ISD w oparciu o sprawdzone w sieciach informatycznych rozwiązania przy zachowaniu wysokich standardów bezpieczeństwa. Podstawą zachowania bezpieczeństwa (także energetycznego) w ramach ISD jest zapewnienie tej sieci kontroli dostępu przez osoby nieuprawnione niebędące bezpośrednio uczestnikami zarządzania energią i mediami w ramach konkretnej ISD.

ISD dzięki swojej funkcjonalności powinna być w stanie integrować systemy domowe w ramach jednego Lokalnego Systemu Zarządzania Energią, przynosząc Odbiorcy Aktywnemu korzyści wynikające z optymalizacji zużycia energii i związanych z tym kosztów.

W ramach projektu przeanalizowano standardy komunikacyjne (ZigBee, Wireless Mesh, Powerline Communication (PLC), M-Bus (Meter Bus), Z-Wave, WLAN/WiFi (IEEE 802.11), WiMax (IEEE 802.16), Ethernet), których funkcjonalność potwierdzona została wcześniejszymi aplikacjami w układach automatyki przemysłowej, budynkowej oraz sieciach telekomunikacyjnych. Analizowano możliwości wykorzystania zarówno komunikacji przewodowej jak i bezprzewodowej.

W komunikacji przewodowej wyróżnić można standardy wymagające dedykowanej infrastruktury sieciowej, np. Ethernet, oraz standardy wykorzystujące istniejącą infrastrukturę sieci elektroenergetycznej, np. Powerline Communication (PLC).

Sieci dedykowane projektowane są z zachowaniem wymagań dotyczących transmisji sygnałów wielkiej częstotliwości. Charakteryzują się zatem odpowiednimi parametrami zapewniającymi dopasowanie impedancji falowych, odpowiednią tłumienność, odporność na występujące w danym środowisku zaburzenia elektromagnetyczne, itd. Zastosowane zabiegi techniczne zapobiegają w znacznym stopniu negatywnym efektom falowym takim jak: odbicia, interferencje oraz tłumienie przesyłanych sygnałów wielkiej częstotliwości. Optymalizacja parametrów sieci dedykowanych umożliwia zwiększenie uzyskiwanych przepustowości, zasięgu i niezawodności. Pozwala to na realizację dodatkowych zadań niezwiązanych z zarządzaniem energią a wymagających szybkiego transferu znacznej ilości

danych, np. przesyłaniu dźwięku i obrazu w jakości HD oraz realizowanie połączeń wideo w czasie rzeczywistym.

Wykorzystanie istniejącej instalacji znacząco obniża koszt inwestycji w infrastrukturę sieciową, jednak projektowana sieć elektroenergetyczna służyć ma do przesyłu prądu o częstotliwości 50 Hz i wykazuje istotne niedomagania w zakresie transmisji sygnałów wielkiej częstotliwości, takie jak znaczne tłumienie powodowane efektami naskórkowymi oraz odbicia i interferencje na skutek niedopasowania impedancji falowych poszczególnych fragmentów instalacji. Istotne znaczenie dla niezawodności funkcjonowania tego typu komunikacji mają również zaburzenia elektromagnetyczne generowane przez samą sieć (w szczególności aparaturę łączeniową) oraz urządzenia zasilane z sieci elektroenergetycznej i rozprzestrzeniające się za jej pośrednictwem.

Dla zapewnienia komunikacji w niesprzyjających warunkach sieciowych opracowano trzy podstawowe generacje standardów PLC. Realizacja głównych zadań ISD nie stawia wysokich wymagań pod względem złożoności obliczeniowej oraz ilości transmitowanych danych i jest możliwa nawet w przypadku najprostszych technik modulacyjnych. Jednakże zastosowanie zaawansowanych technik modulacyjnych pozwala na uzyskanie dużych przepustowości.. Generalnie, uzyskiwanie większej przepustowości wiąże się z wyższą częstotliwością przesyłanego sygnału, co z kolei ogranicza zasięg w komunikacji przewodowej.

Podstawowe zadania stawiane ISD w zakresie zarządzania energią dotyczą zazwyczaj urządzeń przyłączanych do sieci elektroenergetycznej. W ocenie opracowujących raport, komunikacja PLC jest standardem, który z racji wykorzystywania wspólnego medium naturalnie nadaje się do implementacji w urządzeniach typu „Smart Grid Ready" oraz „Full Smart Grid" [4].. Urządzenia takie po podłączeniu do sieci automatycznie łączyłyby się z bramą domową pozwalając na ich konfigurację i wykorzystywanie zgodnie ze scenariuszami definiowanymi przez odbiorcę. Koncepcja urządzeń „Full Smart Grid" zakłada wbudowaną „inteligencję", pozwalającą na świadczenie usług sieciowych. Dodatkową zaletą komunikacji przewodowej jest niezależność jej funkcjonowania od zasilania bateryjnego, co ma zazwyczaj miejsce w przypadku wykorzystania komunikacji bezprzewodowej.

Jednakże, w wielu aplikacjach ISD, komunikacja bezprzewodowa ma przewagę nad komunikacją przewodową. Nie wymaga ona kosztownej infrastruktury instalacyjnej oraz zapewnia łatwość włączania do systemu elementów zlokalizowanych w niedostępnych

[4] Urządzenia typu „Smart Grid Ready" - urządzenia, które z racji swojej konstrukcji i funkcjonalności umożliwiają regulację ich mocy lub czasową regulację charakterystyki działania typu włącz/wyłącz bez degradacji ich żywotności i znacznej utraty funkcjonalności, ale nie posiadają interfejsu komunikacyjnego kompatybilnego z jednym z protokołów ISD. Urządzenia tego typu przyłączane są do ISD za pośrednictwem urządzeń pośrednich.

Urządzenia typu „Full Smart Grid" - urządzenia fabrycznie wyposażone np. w jeden z grupy najszybciej rozwijających się protokołów komunikacyjnych, tj. LAN, WIFI, ZigBee, HomePlug, ZWave, pozwalających na realizację dwukierunkowej, kodowanej transmisji danych z możliwością unikalnego adresowania urządzeń np. typu IPv4 i IPv6. Urządzenia te posiadać muszą oczywiście możliwość regulacji charakterystyki pracy w zakresie nadanym przez producenta. Zestaw parametrów definiujących charakterystykę pracy oraz zakres regulacyjny powinien być transmitowany przez urządzenia do Lokalnego Systemu Zarządzania Energią za pośrednictwem bramy domowej.

obszarach. Zaznaczyć należy, że typowe dla lokalizacji wewnątrz budynków, właściwości ścieżki komunikacyjnej, mogą powodować silne tłumienie sygnału. **Spośród standardów komunikacji bezprzewodowej standard ZigBee, stosowany z powodzeniem w bezprzewodowych układach automatyki oraz WiFi, powszechny standard wykorzystywany dla zapewnienia bezprzewodowego dostępu do Internetu, mają, zdaniem przygotowujących raport, największe szanse na powszechne stosowanie w ISD.**

Dla zapewnienia optymalnej funkcjonalności ISD, rekomendowane są systemy hybrydowe, wykorzystujące zarówno przewodowe jak i bezprzewodowe struktury komunikacyjne. Unifikacja poszczególnych standardów uzyskana zostanie dzięki zastosowaniu wieloprotokołowej bramy domowej. W tym kontekście interesującym z punktu widzenia aplikacji w ISD jest konsorcjum utworzone przez ZigBee Alliance, Wi-Fi Alliance, The HomePlug Alliance oraz HomeGrid Forum. Konsorcjum to ma na celu zapewnienie kompatybilności urządzeń i standardów komunikacji dostarczanych na rynek produktów w ramach: Consortium for SEP 2 Interoperability. W 2009 roku SEP 2.0 został wybrany przez U.S. National Institute of Standards and Technology (NIST) standardem zarządzania energią w systemach HAN.

Standard SEP 2.0 powinien ukazać się w roku 2012, co w praktyce oznacza, że aplikacje tego standardu pojawią się najwcześniej za 2-3 lata. Jednakże, zastosowanie dostępnego obecnie standardu SEP 1.1 jest już wystarczające dla zapewnienia niezawodnej komunikacji urządzeń wielu producentów z jednoczesnym wykorzystaniem ZigBee, WiFi oraz PLC.

W raporcie przedstawiono również opis oraz scharakteryzowano wady i zalety, stosowania zamkniętych i otwartych protokołów komunikacyjnych. Najlepszym w ocenie zespołu przygotowującego raport modelem dla zapewnienia kompatybilności standardów komunikacji jest zastosowanie publicznego, otwartego protokołu oraz certyfikacja zgodności ze standardem przez jednostki niezależne od producentów urządzeń.

Omówiono również zagadnienia dotyczące bezpieczeństwa przesyłanych danych. Zagadnienia te są istotne w ISD ze względu na powszechny dostęp do mediów transmisyjnych zarówno przewodowych jak i bezprzewodowych. Niezależnie od stosowanego protokołu i medium transmisyjnego wszystkie rozwiązania korzystać muszą z aktualnych technik zabezpieczeń transmisji pozwalających na ochronę odbiorcy przed nieautoryzowanym dostępem do danych wymienianych w ramach ISD. W procesie uwierzytelnienia stosowane są zarówno techniki sprzętowe polegające na wykorzystywaniu unikalnych identyfikatorów urządzeń włączanych do sieci ISD jak i programistyczne polegające na wykorzystaniu uznawanego obecnie za bezpieczny sposobu kodowania transmitowanych danych (np. 128-bit AES, WPA2). Proces uwierzytelnienia wymaga udziału odbiorcy. Zatem bardzo istotne z punktu widzenia bezpieczeństwa sieci jest odpowiednie dostarczenie i przechowywanie hasła.

W raporcie przedstawiono również opis wybranych elementów ISD. Przeprowadzony przegląd w zakresie aktualnych rozwiązań układowych i funkcjonalnych ISD pozwala stwierdzić, że obecny stan techniki umożliwia realizację założonych celów indykatywnych określonych w krajowych i regionalnych politykach energetycznych, przy pomocy łatwych w implementacji i dostosowanych do indywidualnych preferencji i zdolności nabywczych Odbiorcy struktur ISD.

Raport zawiera opis poszczególnych elementów ISD takich jak: brama domowa, wyświetlacze, termostaty przełączniki oraz aplikacje www umożliwiające konfigurację ISD, zarządzanie energią i analizę danych pomiarowych. Producenci wykazują świadomość konieczności stosowania bramy domowej o rozbudowanej funkcjonalności, zapewniającej możliwość integracji elementów o różnych protokołach komunikacyjnych, wykorzystujących różne media transmisyjne. W tej sytuacji pomimo istotnych różnic w sposobie komunikacji pomiędzy elementami ISD dostarczanymi przez różnych producentów, dzięki zapewnieniu integralności ISD (interoperacyjność jej elementów) możliwe jest zcentralizowane sterowanie oraz zapewnienie nadrzędnej roli odbiorcy w procesie decyzyjnym, regulującym sposób wykorzystania elementów jego gospodarstwa, co może mieć istotne znaczenie dla rozwoju ISD.

Dostępne komercyjnie systemy ISD charakteryzują się mnogością rozwiązań w dziedzinie medium transmisyjnego oraz protokołów komunikacyjnych. Wiele z nich jest dedykowanych implementacji w ISD i ich podstawowym zadaniem jest wyłącznie zarządzanie energią i mediami. Systemy takie charakteryzują się optymalizacją kosztów infrastruktury stosowanej dla zapewnienia wymaganej przez odbiorcę funkcjonalności. W ramach ISD możliwa jest integracja zarówno urządzeń zaawansowanych technologicznie posiadających dedykowane interfejsy komunikacyjne jak i urządzeń niewyposażonych w taki element poprzez zastosowanie elementów pośrednich w postaci gniazd pośrednich i konwerterów sygnałów.

Większość prezentowanych rozwiązań jest wyposażona w kanał komunikacji zewnętrznej umożliwiający koordynację wielu ISD. Pozwala to na wykorzystywanie efektu skali w celu osiągnięcia zamierzonych efektów systemowych. Jednocześnie zauważyć należy, że komunikacja zewnętrzna odbywa się różnymi drogami (za pośrednictwem AMI lub sieci Internet) w zależności od zaawansowania tych struktur w poszczególnych krajach lub regionach.

Producenci dostarczają wsparcie dla ISD umożliwiające samodzielną konfigurację, nawet przez użytkowników nieposiadających zaawansowanej wiedzy z dziedziny teleinformatyki. Oferowane wsparcie techniczne i programistyczne dostarczane z infrastrukturą ISD jest szczególnie potrzebne podczas instalacji i pierwszej konfiguracji (wizards itp.). Użytkownikom o mniejszej świadomości zarządzania energią dostarczane są dodatkowe usługi w tym zakresie (modele predefiniowane, praca systemu w trybie „default mode", itp.).

Proponowane rozwiązania umożliwiają zarówno prostą obserwację przez odbiorcę profilu zużycia mediów i energii jak również automatyczne sterowanie pracą urządzeń, według zdefiniowanych przez użytkownika priorytetów. Oznacza to również możliwość wdrożenia systemów o różnych poziomach złożoności, które zależą bezpośrednio od oczekiwanej przez odbiorcę funkcjonalności.

Funkcjonalność stosowanych obecnie rozwiązań może pozwolić na wykorzystanie infrastruktury ISD do świadczenia usług dodatkowych (nieenergetycznych), mających na celu dywersyfikację nakładów inwestycyjnych.

W raporcie przedstawiono analizę oddziaływania na użytkowników ISD pól elektromagnetycznych o częstotliwościach radiowych, generowanych przez urządzenia wykorzystujące komunikację radiową oraz analizę specyficznych aspektów kompatybilności elektromagnetycznej systemów ISD. Zdaniem autorów raportu zapewnienie kompatybilności elektromagnetycznej może być jednym z kluczowych aspektów warunkujących rozwój ISD.

5. Wnioski z raportu ekonomicznego

5.1. Podejście i reakcja firm technologicznych i dostawców energii

Wdrażanie ISD może być realizowane przy wykorzystaniu różnych podejść. Na bazie analiz zidentyfikowano cztery podejścia do realizacji wdrożeń. Podejścia te różnią się między sobą w zakresie następujących charakterystyk:

- **Odsetek konsumentów objętych wdrożeniem oraz dostęp do konsumentów** – udział konsumentów objętych wdrożeniem na danym obszarze,
- **Liczba elementów ISD finansowanych przez organizatora oraz stopień ich dofinansowania** – liczba elementów sieci ISD, które konsument otrzymuje nieodpłatnie lub w kredycie w ramach wdrożenia.

Ważnym elementem realizacji inwestycji w ISD jest zbudowanie platformy informatycznej pozwalającej na obsługę ISD oraz na koordynację zarzadzania energią w grupie konsumentów i pomiędzy instalacjami ISD. Jedną z podstawowych funkcji takiej platformy jest umożliwienie rejestracji urządzeń w ramach ISD konsumenta. Dodatkowe funkcje to między innymi zdalne zarządzanie siecią lub uczestnictwo w zaawansowanych programach zarządzania energią (np. programach odpowiedzi popytu) oraz inne usługi związane z konsumpcją energii. W analizie wyróżniono następujące cztery podejścia:

1. **Budowanie platformy przez firmę bez bezpośredniego dostępu do konsumentów energii** – usługi w zakresie ISD rozwijane są przy braku bezpośredniego zaangażowania regulatora. Głównymi dostawcami rozwiązań są niezależne firmy technologiczne. Klienci z własnej inicjatywy i na własny koszt kupują urządzenia. Niski lub całkowity brak interoperacyjności urządzeń – w większości przypadków konsument może używać wyłącznie urządzeń sprzedawanych przez wybranego dostawcę usług ISD. Dostawca usług finansuje platformę informatyczną.
2. **Budowanie platformy przez firmę z bezpośrednim dostępem do konsumentów energii** – przedsiębiorstwa z bezpośrednim dostępem do konsumentów energii elektrycznej (na przykład firmy sprzedające energię) przeprowadzają wdrożenie z własnej inicjatywy lub w koordynacji z regulatorem na bazie swoich dotychczasowych klientów. W celu optymalizacji kosztów możliwa jest budowa wspólnej platformy obsługującej wszystkich dostawców usług ISD w regionie. Konsumenci kupują urządzenia na własny koszt od dostawcy energii elektrycznej lub dowolnego innego dostawcy zapewniającego interoperacyjność urządzeń.
3. **Budowanie platformy oraz współfinansowanie elementów ISD** – koszt wdrożenia ISD jest dzielony pomiędzy uczestników rynku. Formuła podziału może zostać oparta na inicjowanym przez instytucje państwowe systemie certyfikatów lub programach zarządzania energią prowadzonych przez przedsiębiorstwa energetyczne.
4. **Budowanie platformy oraz finansowanie elementów ISD** – koszt wdrożenia oraz zakupu wybranych urządzeń ISD jest pokrywany ze środków publicznych. Zakres finansowanych urządzeń ISD obejmuje wybrane elementy o największych

oczekiwanych korzyściach dla gospodarki. Wdrożenie obejmuje całą populację konsumentów z zakładanego do wdrożenia obszaru.

Wybór podejścia do wdrożenia wymaga określenia kluczowych uwarunkowań specyficznych dla jego realizacji. Należą do nich zakładany zakres wdrożenia w punktu widzenia liczby klientów, minimalizacja kosztów ponoszonych przez konsumenta oraz konieczność budowy formuły finansowania pozwalającej na podział kosztów wdrożenia pomiędzy uczestników rynku elektroenergetycznego. Przy uwzględnieniu powyższych czynników potwierdzono, że zmodyfikowany model trzeci (Budowanie platformy oraz współfinansowanie elementów ISD) pozwala na osiągnięcie największych korzyści. W analizie ekonomicznej założono następujące podejście do wdrożenia:

- Finansowanie powinno objąć platformę informatyczną i bramę domową oraz dodatkowo inteligentne przełączniki (AGP),
- Dofinansowanie wyświetlaczy, zgodnie z analizą opisaną w części rynkowo-społecznej raportu, wymaga weryfikacji.

Niezależnie od podejścia do wdrożenia, realizowanego przy zaangażowaniu przedsiębiorstw energetycznych oraz regulatora, konieczne jest spojrzenie na wdrożenie ISD z szerszej perspektywy. Prawdopodobnie na rozwój ISD składać się będzie powstawanie dwóch rodzajów rozwiązań: ISD inicjowanych przez konsumentów lub firmy bez bezpośredniego dostępu do odbiorców energii elektrycznej oraz ISD inicjowanych przez firmy z bezpośrednim dostępem do odbiorców energii elektrycznej (na przykład sprzedawcy energii). Funkcje celu wdrażanych sieci będą się znacznie różnić między sobą: w pierwszym podejściu ISD będą służyć przede wszystkim ograniczeniu kosztów energii oraz zwiększeniu komfortu korzystania z urządzeń gospodarstwa domowego, w drugim głównym celem będzie redukcja zapotrzebowania na moc szczytową oraz świadczenie dodatkowych usług energetycznych. Prawdopodobnie obserwowana będzie również inna dynamika wdrażania poszczególnych rozwiązań ISD.

Różnica w celach budowy sieci może prowadzić do braku interoperacyjności pomiędzy poszczególnymi platformami ISD. W celu zapewnienia interoperacyjności oraz maksymalizacji korzyści proponowane są następujące działania:

- **Budowa ogólnodostępnych platform internetowych** – zapewnienie interoperacyjności w zakresie formatu danych i dostępu do podstawowych rozwiązań ISD dla wszystkich konsumentów,
- **Wprowadzenie wytycznych w zakresie rozwiązań komunikacyjnych** – zwiększenie możliwości komunikacji urządzeń ISD ze wszystkimi instalacjami przy użyciu interoperacyjnego protokołu komunikacyjnego,
- **Przeprowadzenie kampanii edukacyjno-marketingowej** – popularyzacja ISD, zrozumienie korzyści z wdrożeń ISD,
- **Wprowadzenie systemu dofinansowania** – wsparcie inwestycji na wczesnych etapach w celu lepszego zarządzania przepływem pieniądza przez inwestorów i w celu obniżenia poziomu ryzyka inwestycyjnego.

Opisane powyżej działania pokrywają się z podstawowymi założeniami proponowanego podejścia do wdrożenia (budowa platformy, system dofinansowania) oraz pozwalają na pokonywanie barier mogących pojawić się przy wdrożeniach ISD.

W kontekście szerszego spojrzenia na rozwój ISD w Polsce warto rozważyć możliwość realizacji scenariusza, w którym na szeroką skalę rozwijane są sieci wedle pierwszego modelu (ISD inicjowane przez konsumentów lub firmy bez bezpośredniego dostępu do konsumentów energii elektrycznej). W przypadku nałożenia się paru dodatkowych czynników takich jak: dalszy rozwój mikrogeneracji, upowszechnienie technologii lokalnego magazynowania energii, znaczny wzrost kosztów zaopatrzenia w energię elektryczną z KSE oraz znaczny wzrost ryzyka zakłóceń z dostawą energii elektrycznej z KSE możliwe jest odłączanie gospodarstw domowych od systemu krajowego. W przypadku wystąpienia takiego procesu na masową skalę straty poniesienie przez sieć oraz odbiorców do niej przyłączonych byłyby znaczne. Wynika stąd konieczność podjęcia wyprzedzających działań organizacyjnych na poziomie Państwa, których celem będą ułatwienia włączania ISD budowanych indywidulanie do sieci zarządzanej przez OSD.

5.2. Korzyści z wdrożenia ISD dla interesariuszy

Wdrożenie ISD prowadzi do uzyskania szeregu korzyści dla poszczególnych interesariuszy rynku energetycznego. Zidentyfikowane korzyści zostały przedstawione na rysunku 2.

Rysunek 2. Korzyści wdrożenia technologii w zakresie ISD w Polsce

		Wytwarzanie	OSP	OSD	Sprzedawca ee[1]	Aktywny odbiorca	Pozostali odbiorcy	Inni dostawcy[2]	Rodzaj korzyści
i.	*Redukcja zużycia energii elektrycznej*	✓			✓	✓	✓		
ii.	*Przesunięcie części popytu na energię na okresy pozaszczytowe*	✓			✓	✓	✓		
iii.	*Optymalizacja nakładów inwestycyjnych na nowe moce wytwórcze*	✓				✓	✓		
iv.	*Opłata abonamentowa*				✓				
v.	*Korzyści ekologiczne*	✓				✓	✓		
vi	*Zmniejszenie strat technicznych*					✓	✓		
vii	*Optymalizacja nakładów inwestycyjnych na nowe sieci dystrybucyjne i przesyłowe*					✓	✓		
viii	*Korzyści z uniknięcia rotacyjnego wyłączania dostaw energii elektrycznej*	✓				✓	✓		
ix	*Korzyści z uniknięcia blackout'u*	✓				✓	✓		
x	*Niższe koszty obsługi klienta*				✓				
xi	*Stworzenie rynku negawatów*	✓			✓	✓	✓		
xii	*Redukcja kosztów odczytu liczników innych mediów*					✓	✓	✓	
xiii	*Optymalizacja zużycia innych mediów*					✓	✓		
xiv	*Dodatkowe przychody z udostępniania infrastruktury*				✓	✓			
xv	*Marża na sprzedaży urządzeń funkcjonujących w ramach ISD*							✓	
xvi	*Powstanie nowych miejsc pracy*								
xvii	*Zwiększenie konkurencyjności na rynku*					✓	✓		
xviii	*Wsparcie rozwoju generacji rozsianej*					✓			

✓ - bezpośrednie oddziaływanie,
✓ - pośrednie lub podważalne oddziaływanie,
- pozycja skwantyfikowana i uwzględniona w analizie kosztów i korzyści,
- pozycja skwantyfikowana i nieuwzględniona w analizie kosztów i korzyści,
- pozycja jakościowa nieuwzględniona w analizie kosztów i korzyści,

1. Na potrzeby modelu finansowego przyjęto, iż sprzedawca energii elektrycznej jest jednocześnie dostawcą usług ISD,
2. Dostawcy technologii, dostawcy innych mediów niż energia elektryczna.

Źródło: Analizy projektowe

W wyliczeniach przedstawionych wyżej pozycji wzięto pod uwagę korzyści inkrementalne wdrożenia technologii w zakresie ISD w Polsce bez korzyści wynikających z wprowadzenia innych rozwiązań takich jak np. AMI lub prosta taryfa TOU.

5.3. Koszty wdrożenia ISD dla interesariuszy

W wyliczeniach kosztu wdrożenia uwzględniono te elementy ISD, które zgodne są z proponowanym w raporcie ekonomicznym podejściem do wdrożenia. Rysunek 3 przedstawia podział zidentyfikowanych kosztów wdrożenia na interesariuszy.

Rysunek 3. Koszty wdrożenia technologii w zakresie ISD w Polsce

		Wytwarzanie	OSP	OSD	Sprzedawca ee[1]	Aktywny odbiorca	Pozostali odbiorcy	Inni dostawcy[2]	Rodzaj kosztu
i.	*Projekty pilotażowe*			✓	✓			✓	
ii.	*Koszt bramy domowej*				✓	✓			
iii.	*Koszt platformy internetowej*				✓				
iv.	*Koszt modułu komunikacyjnego*				✓	✓			
v.	*Koszt przełączników*					✓			
vi	*Dodatkowe systemy IT po stronie dostawcy usług ISD*				✓				
vii	*Instalacja urządzeń*			✓	✓	✓			
viii	*Biuro zarządzania projektem*				✓				
ix	*Edukacja klienta*	✓	✓	✓	✓				
x	*Koszt utrzymania systemów IT*				✓				
xi	*Obsługa klienta*				✓				
xii	*Koszt utraconej marży*	✓			✓				
xiii	*Koszt pobranej energii elektrycznej*					✓			
xiv	*Opłata za dane pomiarowe*				✓				
xv	*Koszt serwisowania urządzeń*				✓				
xvi	*Opłata abonamentowa za ISD*					✓	✓		
xvii	*Podział kosztów dystrybucji energii elektrycznej*					✓	✓		
xviii	*Wyświetlacz*				✓	✓			
xix	*Koszt utrzymania urządzeń oraz amortyzacja*				✓	✓			
xx	*Pozostałe urządzenia, które mogą być instalowane w ramach ISD*					✓			
xxi	*Koszt nietrafionych decyzji inwestycyjnych w źródła szczytowe*	✓				✓	✓		

✓ - bezpośrednie oddziaływanie,
✓ - pośrednie lub podważalne oddziaływanie,
- pozycja skwantyfikowana i nieuwzględniona w analizie kosztów i korzyści,
- pozycja jakościowa nieuwzględniona w analizie kosztów i korzyści,

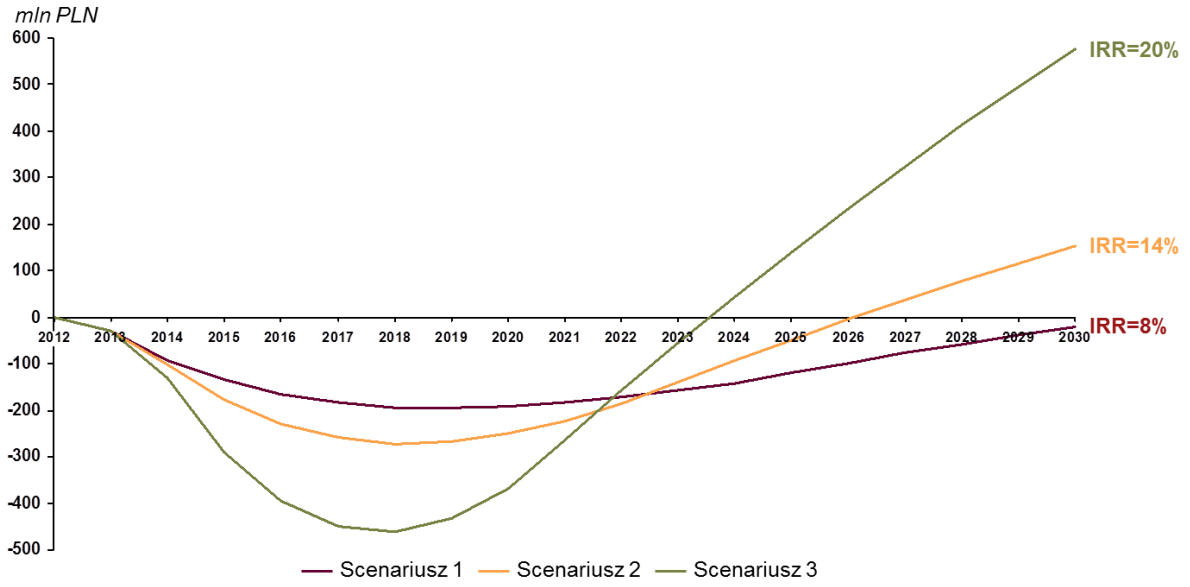
1. Na potrzeby modelu finansowego przyjęto, iż sprzedawca energii elektrycznej jest jednocześnie dostawcą usług ISD,
2. Dostawcy technologii, dostawcy innych mediów niż energia elektryczna.

Źródło: Analizy projektowe

5.4. Wyniki analizy kosztów i korzyści wdrożenia

Wdrożenie rozwiązań ISD przynosi wiele korzyści dla społeczeństwa w zakresie zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego. Na potrzeby projektu przeanalizowano dodatkowo opłacalność ekonomiczną dla inwestorów komercyjnych przy uwzględnieniu namacalnych i osiąganych przez inwestorów korzyści. W ramach projektu wyliczono podstawowe wskaźniki opłacalności dla inwestycji dla okresu wdrożenia 2013-2030. Wykres 2 przedstawia wyniki dla trzech scenariuszy: pesymistycznego, bazowego oraz optymistycznego. W przypadku scenariusza pesymistycznego korzyści z wdrożenia nie pozwolą na pokrycie kosztów w zakładanym okresie analizy i skumulowane NPV dla roku 2030 w tym scenariuszu wynosi minus 20 milionów złotych przy IRR równym 8%. Scenariusz bazowy, który został przyjęty jako główny i najbardziej prawdopodobny, wskazuje na umiarkowaną atrakcyjność inwestycji z punktu widzenia wskaźników ekonomicznych dla inwestorów. Skumulowane NPV dla 2030 roku w tym scenariuszu kształtuje się na poziomie 152 milionów złotych (oraz IRR 14%). Przy założeniach scenariusza bazowego wskaźniki opłacalności wyglądają pozytywnie, ale zważywszy na długi okres zwrotu oraz wysokie ryzyko motywacja do inwestycji może być umiarkowana. Scenariusz optymistyczny pokazuje korzyści osiągane przy optymistycznych założeniach, które pozwalają na osiągnięcie NPV dla roku 2030 na poziomie ponad 500 milionów złotych.

Wykres 2. Wyniki wdrożenia dla trzech scenariuszy

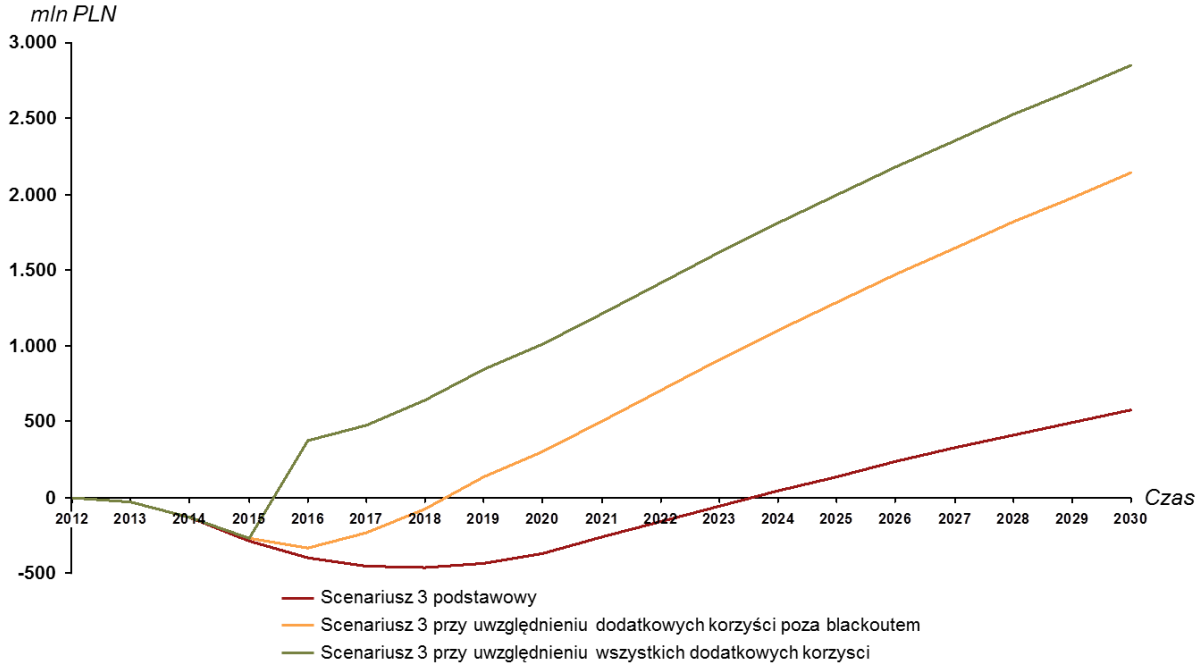


Źródło: Analizy projektowe

Dodatkowo na Wykresie 3 zostały przedstawione wyniki NPV dla scenariusza trzeciego przy uwzględnieniu dodatkowych korzyści. Skumulowane zdyskontowane przepływy dla scenariusza trzeciego i dodatkowych korzyści wynoszą blisko trzy miliardy złotych. Głównymi

czynnikami wpływającymi na tak wysokie wskaźniki są dodatkowe korzyści (uniknięcie blackout'u, uniknięcie rotacyjnego wyłączania odbiorców, kalkulacja kosztów zewnętrznych emisji zanieczyszczeń, optymalizacja nakładów inwestycyjnych na sieci przesyłowe, ograniczenie strat technicznych).

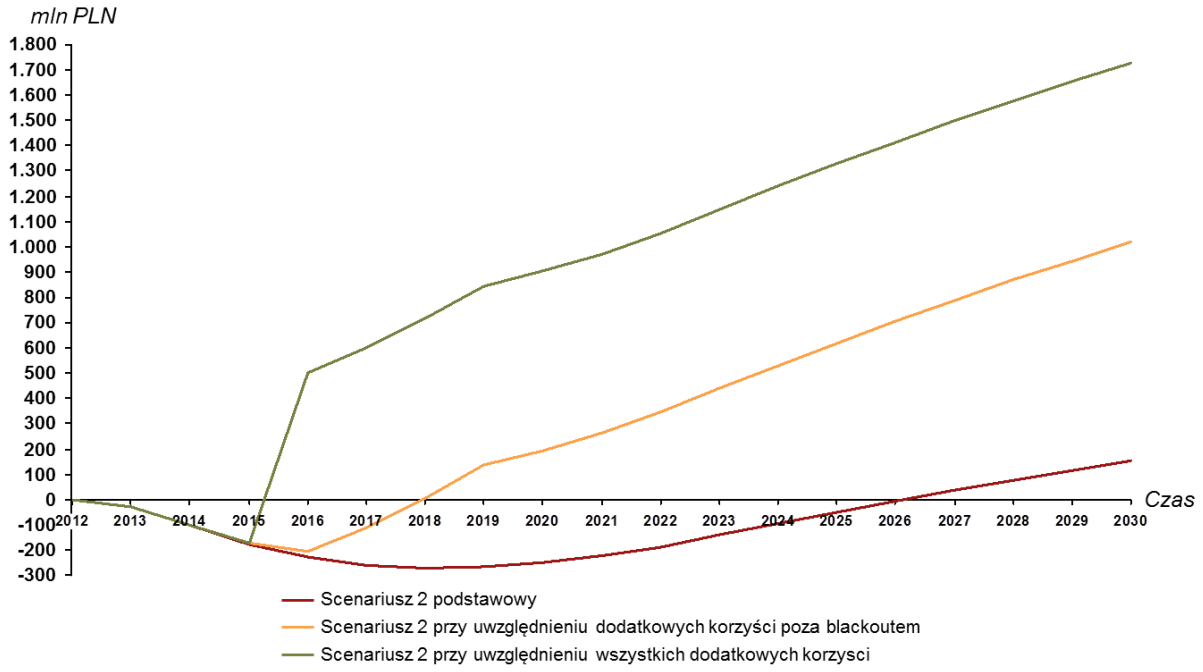
Wykres 3. Wyniki wdrożenia ISD dla scenariusza trzeciego po uwzględnieniu dodatkowych korzyści



Źródło: Analizy projektowe

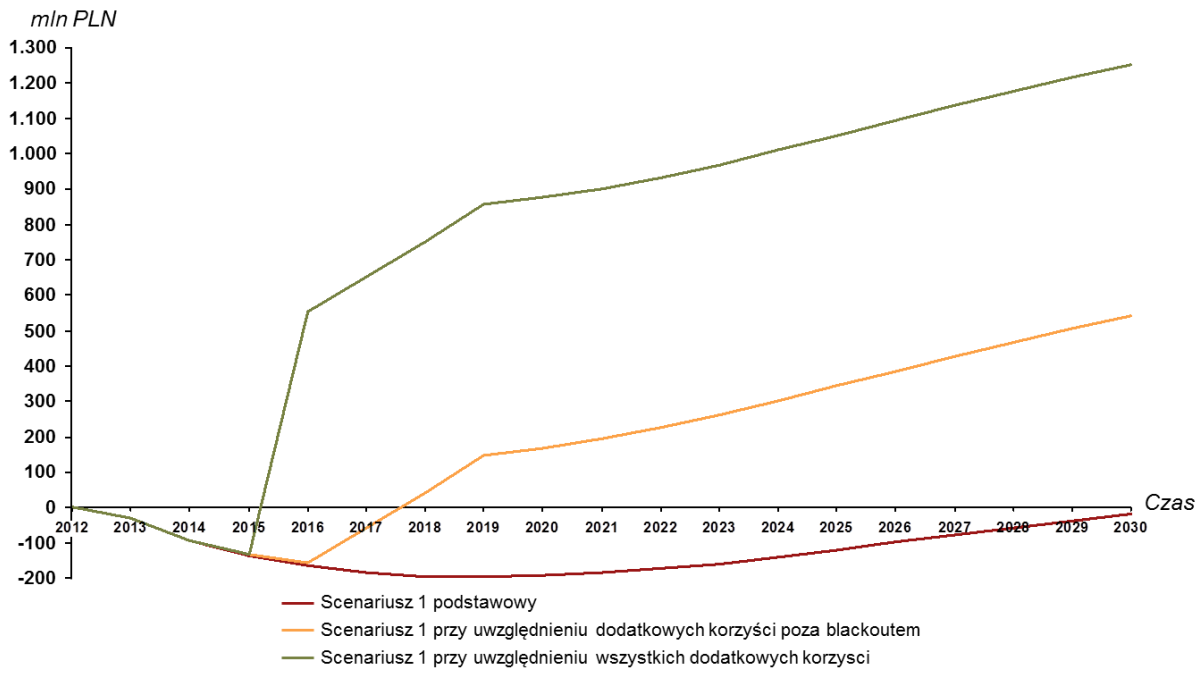
Wykresy 4 i 5 przedstawiają odpowiednio NPV dla scenariusza drugiego i scenariusza pierwszego z uwzględnieniem dodatkowych korzyści.

Wykres 4. NPV dla scenariusza drugiego przy uwzględnieniu dodatkowych korzyści



Źródło: Opracowanie A.T. Kearney

Wykres 5. NPV dla scenariusza pierwszego przy uwzględnieniu dodatkowych korzyści



Źródło: Opracowanie A.T. Kearney

W przypadku braku odpowiednich działań w perspektywie paru lat możliwe jest wystąpienie luki podażowej energii elektrycznej w Polsce. Może to doprowadzić do znacznego wzrostu cen energii w okresach szczytowych oraz przymusowych rotacyjnych wyłączeń dostaw w celu zapewniania stabilności sieci. Zakładając, że wdrożenie ISD może pozwolić na uniknięcie opisanych negatywnych efektów opłacalność znacznie wzrasta. Wdrożenie ISD z jednej strony oferuje pozytywne wskaźniki opłacalności (dla scenariusza bazowego i scenariusza optymistycznego), a z drugiej strony pozwala na osiąganie ważnych, ogólnokrajowych celów zapewnienia wysokiej niezawodności dostaw energii elektrycznej. Warunkiem koniecznym dla aktywizacji klientów dla realizacji korzyści dla poszczególnych scenariuszy jest proaktywne podejście do edukacji.

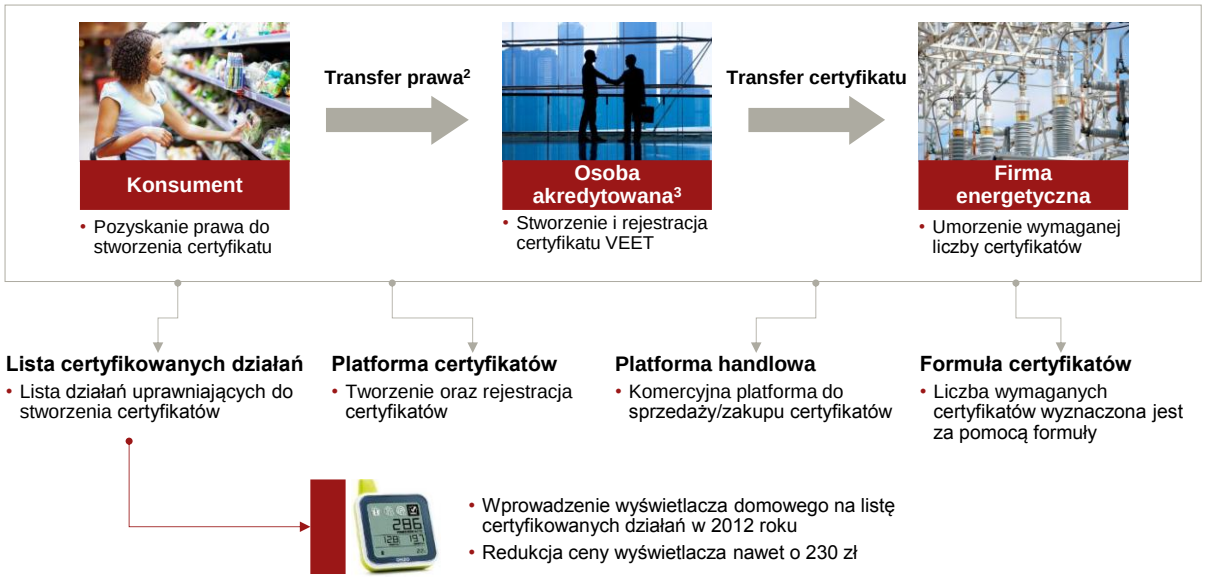
5.5. Źródła finansowania

Przy wysokim ryzyku związanym z długim czasem realizacji inwestycji atrakcyjność ekonomiczna realizacji projektu może być podważana przez inwestorów, dlatego ważne jest stworzenie zachęt w zakresie finansowania i wsparcia regulacyjnego. Ważnym czynnikiem decyzyjnym w zakresie tworzenia narzędzi finansowania powinien być bardzo pozytywny wpływ wdrożenia ISD na bezpieczeństwo energetyczne dla społeczeństwa.

Przeprowadzona analiza kosztów i korzyści wdrożenia wskazuje, że kluczowe jest wprowadzenie programu, który pozwoli aktywnym odbiorcom na zmniejszenie kosztów zakupu podstawowych urządzeń ISD oraz zapewni dodatkowy przychód dostawcom usług.

Atrakcyjnym rozwiązaniem jest zbudowanie programu dofinansowania zbliżonego do systemu certyfikatów VEET obowiązującego w stanie Wiktoria, Australia. Regulacje nakładają na firmy użyteczności publicznej obowiązek umarzania określonej liczby certyfikatów VEET. Certyfikaty powstają przy realizacji zdefiniowanych działań przez konsumentów w tym m.in. zakup wyświetlacza ISD. System cechuje się prostotą i dużą dostępnością dla wszystkich gospodarstw domowych. Zasady działania regulacji VEET zostały przedstawione ogólnie na rysunku 4.

Rysunek 4. System dofinansowania VEET



Źródło: Essential Services Commision, Department of Primary Industries

W przypadku realizacji podobnego systemu w Polsce kluczowe będzie zdefiniowanie katalogu urządzeń objętych dofinansowaniem.

Dodatkowym elementem, który pozwoli na przyspieszenie rozwoju ISD w Polsce jest wprowadzenie opłaty abonamentowej wnoszonej przez wszystkich odbiorców energii elektrycznej. Głównym celem abonamentu jest wsparcie dostawcy usług ISD, którego działania przynoszą korzyści dla całego społeczeństwa (np. zmniejszenie ryzyka blackoutu, optymalizacja inwestycji w noce moce wytwórcze). Większość korzyści z wdrożenia technologii w zakresie ISD zostanie osiągnięta przez aktywnych odbiorców natomiast pozostali konsumenci również odniosą znaczące korzyści. Badanie gospodarstw domowych zlecone na potrzeby niniejszego opracowania wskazuje, że większość odbiorców jest w stanie zaakceptować przynajmniej kilkuprocentową podwyżkę cen energii w celu zapewnienia wysokiej niezawodności dostaw energii elektrycznej, co może świadczyć o wysokiej akceptacji dla wprowadzenia opłaty abonamentowej.

6. Wnioski z raportu regulacyjnego

6.1. ISD jako indywidualny środek efektywności energetycznej

ISD w kontekście regulacyjnym, zarówno na poziomie Unii Europejskiej jak i Polski, powinna zostać uznana za narzędzie służące poprawie efektywności energetycznej odbiorcy. Przepisy Dyrektywy 2010/31/UE[5], przewidują, że państwa członkowskie mogą zachęcać do zakładania aktywnych systemów kontroli, takich jak energooszczędne systemy automatyzacji, kontroli i monitoringu. Potwierdza to również załącznik nr III do dyrektywy 2006/32/WE[6], który pośród środków służących poprawie efektywności w sektorze budynków wielorodzinnych i użyteczności publicznej wymienia pozostały sprzęt i urządzenia, zaliczając do nich np. urządzenia do skojarzonego wytwarzania ciepła i energii elektrycznej, sterowniki czasowe dla optymalnego zużycia energii, instalacje kondensatorów w celu redukcji mocy biernej, transformatory o niewielkich stratach itp. Również z punktu widzenia obowiązujących przepisów krajowych, ISD powinna być identyfikowana jako przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej w rozumieniu ustawy o efektywności energetycznej[7].

Instalacja, wdrażanie i stosowanie ISD nie jest zatem w chwili obecnej przedmiotem szczególnych regulacji prawnych, które normowałyby szeroko wykorzystanie tego typu infrastruktury, czy też nakładały obowiązek ich stosowania. Do świadczenia usług związanych z ISD mogą znaleźć zastosowanie ogólne przepisy wynikające ze sposobu świadczenia usług[8], czy przepisy dotyczące urządzeń telekomunikacyjnych[9]. *De lege lata* ISD znajduje najsilniejsze oparcie w przepisach prawa europejskiego, które odnoszą się do efektywności energetycznej.

6.2. ISD w ramach inteligentnej sieci energetycznej

Patrząc na ISD jako na końcowy element inteligentnej sieci elektroenergetycznej należy wskazać, że aktualne przepisy *Prawa energetycznego*[10] i *Rozporządzenia systemowego*[11],

[5] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (Dz. Urz. UE L 153 z 18.6.2010 r., s.13), dalej: Dyrektywa 2010/31/UE

[6] Dyrektywa 2006/32/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 5 kwietnia 2006 r. w sprawie efektywności końcowego wykorzystania energii i usług energetycznych oraz uchylająca dyrektywę Rady 93/76/EWG.(Dz. Urz. UE L 114 z 27.4.2006 r. str. 64).

[7] Ustawa o efektywności energetycznej z dnia 15 kwietnia 2011 r., (Dz. U. z 2011 r. Nr 94, poz. 551), dalej *ustawa o efektywności*,

[8] Ustawa z dnia 18 lipca 2002 r. o świadczeniu usług drogą elektroniczną (Dz.U. z 2002 r., Nr 144, poz. 1204), dalej u.ś.u.d.e.

[9] Ustawa z dnia 16 lipca 2004 r. Prawo telekomunikacyjne (Dz.U. z 2004 r., Nr 171, poz. 1800), dalej: *Prawo telekomunikacyjne*

[10] Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne (Dz. U. z 1997 r. Nr 54, poz. 348), dalej: *Prawo energetyczne*

nie przewidują tworzenia inteligentnej sieci elektroenergetycznej, a jedynie tworzenie zdalnego systemu odczytu danych pomiarowych. Takie rozwiązanie jest połowiczne i uniemożliwia wykorzystanie w pełni funkcjonalności ISD. Stworzenie inteligentnej sieci składającej się m.in. z liczników AMI umożliwiających dwukierunkową komunikację z bramą domową ISD jest oczywistym warunkiem dla umożliwienia funkcjonowania ISD w ramach systemu elektroenergetycznego. Obowiązek wdrożenia inteligentnych systemów opomiarowania jest przewidziany w Dyrektywie 2009/72/WE[12], zgodnie z którą po dokonaniu oceny wdrożenia tego typu systemów, w studium wykonalności państwa członkowskie powinny zapewnić aby do 2020 r. przynajmniej 80 % konsumentów było wyposażonych w inteligentne systemy pomiarowe. Również Dyrektywa 2006/32/WE nakłada na Państwa Członkowskie w przypadkach, gdy jest to technicznie i ekonomicznie uzasadnione udostępnianie odbiorcom liczników pozwalających na ustalenie bieżącego zużycia. Obowiązek wdrożenia inteligentnych sieci umożliwiających współpracę z ISD może zyskać pełniejszy wyraz w przypadku przyjęcia nowej dyrektywy o efektywności energetycznej.

Jeżeli chodzi o prawo krajowe, to wdrożenie inteligentnych systemów pomiarowych, w przypadku energii elektrycznej, jest przedmiotem rozwiązań zawartych w projekcie nowej ustawy Prawo energetyczne, będącej w chwili sporządzania raportu w trakcie prac legislacyjnych[13]. W przypadku uchwalenia ustawy, zgodnie z aktualną treścią projektu, operatorzy systemów elektroenergetycznych będą zobowiązani do zainstalowania inteligentnych systemów pomiarowych u wszystkich odbiorców do końca 2020 r.

Decydujące znaczenie dla zapewnienia interoperacyjności ISD z inteligentnymi licznikami, będzie miało rozporządzenie wykonawcze wydane na podstawie nowego prawa energetycznego. W chwili obecnej prawo wspólnotowe nie zawiera *explicite* takiego wymagania, jednak jego istnienia można wywnioskować z dokumentów programowych Komisji Europejskiej[14], ma ono również pojawić się w nowej dyrektywie o efektywności energetycznej. W przypadku zgodności rozwiązań przyjętych we wspomnianym rozporządzeniu wykonawczym oraz w dotychczas opublikowanych przez Prezesa URE dokumentach programowych[15], zapewniona zostanie interoperacyjność inteligentnego licznika oraz ISD w zakresie wymaganym dla wdrożeń ISD w technologii opisanej w raporcie technologicznym. Do niezbędnych zmian w projekcie ustawy należy natomiast zaliczyć wyraźne określenie zasad udostępniania danych pomiarowych przez operatora informacji pomiarowej i operatora systemu dystrybucyjnego na rzecz dostawców usług ISD działających w imieniu odbiorcy. Jedną z podstawowych funkcji ISD ma być zarządzanie

[11] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 roku w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego (Dz. U. z 2007 Nr 93 poz. 623) dalej: Rozporządzenie systemowe

[12] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/72/WE z dnia 13 lipca 2009 r. dotycząca wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej i uchylająca dyrektywę 2003/54/WE (Dz. Urz. UE.L 211 14.08.2009 r. str. 55), dalej: *Dyrektywa 2009/72/WE.*

[13] Projekty prawa energetycznego, prawa gazowego i ustawy o odnawialnych źródłach energii dostępne w BIP Ministerstwa Gospodarki na dzień 28.05.2012

[14] Zalecenie Komisji z dnia 9 marca 2012 r. w sprawie przygotowań do rozpowszechnienia inteligentnych systemów pomiarowych, 9.3.2012, (2012/148/UE), dostępne na: curia.europa.eu

[15] Opublikowane w dniu 31.05.2011. 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, dostępne na www.ure.gov.pl, dalej Stanowisko ws. AMI; Opublikowana w dniu 18.11.2011 r. *Koncepcja dotycząca modelu rynku opomiarowania w Polsce, ze szczególnym uwzględnieniem wymagań wobec Niezależnego Operatora Pomiarów,* dostępna na www.ure.gov.pl

rozproszonymi zasobami energii w gospodarstwie domowym. Do tego typu zasobów zalicza się urządzenia umożliwiające zmniejszenie lub przesunięcie zapotrzebowania na moc (urządzenia smart „grid ready" i „full smart grid" opisane w raporcie technologicznym), urządzenia mikrogeneracji (panele słoneczne, przydomowe generatory itp.) oraz urządzenia magazynowania energii (np. samochody elektryczne z opcją V2G[16]). Rozwój ISD wymaga zatem usunięcia barier regulacyjnych stojących przed powszechnym zastosowaniem szeroko rozumianej generacji rozproszonej i zarządzania popytem. W chwili obecnej przepisy wspólnotowe, w szczególności dyrektywa 2009/72/WE, nie przewidują szczególnych rozwiązań dotyczących generacji rozproszonej i zarządzania popytem, z wyłączeniem konieczności ich uwzględnienia jako środka alternatywnego dla rozbudowy sieci przez operatorów systemów elektroenergetycznych. Większość barier regulacyjnych dla rozproszonych zasobów energii w polskim prawie, powinna zostać usunięta w przypadku wejścia w życie (w aktualnym kształcie) nowej dyrektywy o efektywności energetycznej tak, aby wykorzystać w pełni potencjał ISD. W tym kierunku zmierzają propozycje zawarte w projekcie nowej ustawy o odnawialnych źródłach energii (OZE), ale na obecnym etapie prac legislacyjnych jest zbyt wcześnie, aby dokonać ich pełnej oceny z punktu widzenia zbieżności z funkcjami ISD, które są przedmiotem niniejszego raportu.

Projekt nowej unijnej dyrektywy o efektywności zakłada m.in. usunięcie barier dla stosowania taryf dynamicznych, umożliwienie operatorom sieciowym oferowanie usług systemowych w ramach reagowania na popyt, zarządzania popytem i rozproszonego wytwarzania. Niezależnie od tego, w niektórych państwach europejskich już od pewnego czasu są stosowane narzędzia taryfowe w zakresie zarządzania popytem, również w odniesieniu do odbiorców końcowych w gospodarstwach domowych. Tymczasem, *de lege lata*, przepisy Prawa energetycznego z narzędzi zarządzania popytem umożliwiają jedynie wykorzystanie taryf wielostrefowych. Aktualnie bariery techniczne (brak inteligentnych liczników) ograniczają realną możliwość wprowadzeniu wielu różnych stref różniących się ceną energii w zależności od pory dnia, dnia tygodnia, czy pory roku. Kluczowym elementem równoległym do wyposażenia odbiorców w inteligentne liczniki, który może wpłynąć na rozwój pasywnych (cenowych) narzędzi sterowania popytem, jest zwolnienie z obowiązku przedkładania taryf do zatwierdzenia w tzw. grupie taryfowej G, obejmującej gospodarstwa domowe. W przypadku takiego zwolnienia sprzedawcy będą uprawnieni do stosowania dowolnych taryf, w tym także taryfy z ceną krytyczną i opartej na cenach rzeczywistych. W dalszym ciągu zatwierdzaniu podlegać będzie jednak taryfa operatora systemu przesyłowego i operatorów systemów dystrybucyjnych. Z tego względu rozważyć należy możliwość stosowania bardziej elastycznych instrumentów cenowych za wyraźną i świadomą zgodą odbiorcy (np. w ramach programów pilotażowych). Pozostawiając odbiorcy możliwość korzystania z zatwierdzonych taryf, zapewniona zostanie w ten sposób ochrona odbiorcy, zaś możliwość wprowadzenia taryf alternatywnych otworzy drogę do rozwoju innowacyjnych formuł cenowych, przy wykorzystaniu potencjału generowania efektywności energetycznej poprzez zastosowanie tego typu instrumentów. Istnieje potrzeba zachowania współbieżności sygnałów cenowych z taryf sieciowych i cenników w obrocie.

Aktywne zarządzenie popytem poprzez zakup usług systemowych od agregatorów grupujących odbiorców posiadających ISD, jest w chwili obecnej prawnie nieuregulowane.

[16] Vehicle-to-grid – system ładowania i rozładowywania samochodów elektrycznych umożliwiający dwukierunkowy przepływ energii pomiędzy akumulatorami pojazdu, a siecią elektroenergetyczną

Stworzenie systemu usług systemowych opierających się na zarządzaniu popytem za pośrednictwem ISD byłoby możliwe po stosownej zmianie *rozporządzenia systemowego* oraz instrukcji operatorów systemów elektroenergetycznych. Rozważenia wymaga objęcie nowymi regulacjami ustawowymi dostawców usług ISD świadczących usługi zarządzania popytem i zajmujących się „odsprzedażą" w formie usług systemowych zaoszczędzonej energii. Nowe rozwiązania prawne powinny zapewniać ochronę odbiorców przed nieuzasadnionym wstrzymaniem albo ograniczeniem dostaw energii, ustalać maksymalny poziom odpowiedzialności odbiorcy za niewywiązywanie się ze zobowiązań dotyczących zarządzania popytem oraz ustalać zasady wykorzystania możliwości redukcji zapotrzebowania do świadczenia usług systemowych. Również wykorzystanie w przyszłości zasobników energii, wymagałoby wprowadzenia nowych instytucji pozwalających na określenie statusu odbiorcy, który okresowo „oddaje" energię elektryczną do sieci.

W odniesieniu do generacji rozproszonej, większość aktualnie wskazywanych barier (obowiązek koncesyjny, koszty przyłączenia do sieci, formalności w celu uzyskania wsparcia) zostanie najprawdopodobniej usunięta w przypadku przyjęcia zaproponowanego projektu ustawy o OZE.

6.3. Prawne aspekty świadczenia usług ISD

Wskazany w raporcie technologicznym oraz w raporcie ekonomicznym model zakłada, że ISD stanowi niezależny domowy system, współpracujący jedynie z systemem inteligentnych sieci za pośrednictwem licznika AMI. Prawo własności do ISD będzie w takim ujęciu zależne jedynie od modelu kontraktowego przyjętego przez odbiorcę i dostawcę infrastruktury ISD. Jedynie w przypadku finansowania lub współfinansowania elementów infrastruktury przez operatorów systemów dystrybucyjnych właściwe byłoby określenie zasad przejścia urządzeń ISD na własność odbiorcy.

Odpowiedzialność za funkcjonowanie ISD będzie w przyjętym modelu spoczywała na odbiorcy lub wybranym przez niego dostawcy usług ISD. Natomiast na OSD ciążyć będzie odpowiedzialność za:

- Prawidłowość działania licznika AMI, w tym za logiczne zabezpieczenie kanału komunikacji licznik-moduł komunikacyjny ISD,
- Zabezpieczenie przekazania informacji pozwalających na autentykację i autoryzację modułu komunikacyjnego wybranego przez odbiorcę,
- Prawidłowe zamontowanie takiego modułu komunikacyjnego w porcie licznika.
- Prawidłowość (skuteczność) wystawienia określonych sygnałów rynkowych i komend sterujących oraz bieżących wskazań pomiarowych do dyspozycji odbiorcy za pośrednictwem modułu komunikacyjnego w porcie licznika.

Zasadniczo do samego świadczenia usług związanych z dostawą i obsługą ISD nie znajdą zastosowania przepisy krajowego i wspólnotowego prawa regulującego świadczenie usług telekomunikacyjnych lub usług łączności elektronicznej. Komunikacja pomiędzy urządzeniami aż do bramy domowej nie powinna zostać zakwalifikowana jako świadczenie

usług łączności elektronicznej (telekomunikacyjnych), gdyż nawet w modelu w którym kontrolę nad ISD pełni dostawca usług, komunikaty wewnątrz sieci przekazywane są na potrzeby dostawcy usługi, w celu jej realizacji. W takim przypadku trudno mówić o świadczeniu usługi komunikacyjnej, a raczej o autokomunikacji osoby kontrolującej ISD (dostawcy usług lub odbiorcy). Nawet w przypadku kwalifikacji takich usług jako usług telekomunikacyjnych, będą to usługi o charakterze niepublicznym – co skutkować będzie zwolnieniem z większości obowiązków regulacyjnych (np. dot. dostępu stron trzecich). Kanał komunikacji pomiędzy bramą domową, a serwerem dostawcy usług ISD będzie natomiast co do zasady kwalifikowany jako element sieci łączności elektronicznej (telekomunikacyjnej) – odpowiedzialność za realizację obowiązków regulacyjnych związanych ze świadczeniem takich usług spoczywać będzie na ich dostawcy (zwykle dostawcy łącza internetowego). Pewne wątpliwości w zakresie kwalifikacji, mogą pojawić się w przypadku kanału komunikacji pomiędzy OSD, a odbiorcą za pośrednictwem licznika. Kanał ten pozwalać ma w niektórych przypadkach na przekazywanie komunikatów i sygnałów np. od sprzedawcy do odbiorcy, co powoduje możliwość zakwalifikowania tego kanału, jako kanału komunikacji elektronicznej (telekomunikacyjnego). Wydaje się jednak, że strukturalnie ograniczona formuła komunikatów, jak również fakt poddania tej dziedziny reżimowi prawa energetycznego, pozwala uznać za prawidłową interpretację, w której przesyłanie informacji za pośrednictwem sieci energetycznej i licznika nie zostanie uznane za usługę komunikacji elektronicznej, lecz za element świadczenia usług dystrybucji i sprzedaży energii.

Niezależnie od powyższego, w przypadku świadczenia przez dostawcę usług ISD także dodatkowych usług, polegających na przekazywaniu komunikatów pomiędzy odbiorcami, będzie on traktowany jak każdy inny dostawca usług łączności elektronicznej (telekomunikacyjny).

Dane pomiarowe przetwarzane w ramach ISD będą stanowić dane osobowe, gdyż dostawca usług ISD będzie mógł bez nadmiernych trudności przypisać je określonej osobie, z którą zawarł umowę. W efekcie do przetwarzania danych pomiarowych znajdą zastosowanie wspólnotowe[17] i krajowe przepisy dotyczące ochrony prywatności[18]. Pomiędzy przetwarzaniem danych pomiarowych w inteligentnych sieciach przez operatorów systemu a przetwarzaniem danych pomiarowych w ramach ISD występować będą dwie podstawowe różnice. Po pierwsze, przetwarzanie danych pomiarowych przez dostawcę usług ISD, będzie następowało albo w celu realizacji zawartej z odbiorcą umowy albo na podstawie jego wyraźnej zgody, co minimalizuje ryzyko naruszenia jego prywatności. Po drugie, dane pomiarowe przetwarzane w ISD mogą być znacznie bardziej szczegółowe niż zbiorcze dane pomiarowe. W przyszłości należy oczekiwać uszczegółowienia zasad przetwarzania danych pomiarowych w ramach ISD, na co wpłyną prowadzone we wspólnocie prace nad regułami przetwarzania danych pomiarowych zebranych za pośrednictwem inteligentnych liczników.

Jako główne związane z prywatnością ryzyko dla ISD należy w związku z tym wskazać na zbyt szeroki zakres podmiotów mogących otrzymać legalny dostęp do danych pomiarowych. Dane pomiarowe nie będą – pomimo swojej szczegółowości - podlegać ochronie prawnej innej niż wynikająca z przepisów o ochronie danych osobowych. W

[17] Dyrektywa 95/46/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 24 października 1995 w sprawie ochrony osób fizycznych w zakresie przetwarzania danych osobowych i swobodnego przepływu tych danych (Dz. Urz. UE.L 281 z dnia z 23.11.1995 str. 31), dalej: *Dyrektywa 95/46/WE*

[18] ustawa z dnia 29 sierpnia 1997 r. o ochronie danych osobowych, tekst jednolity: Dz.U. z 2002 r. Nr 101, poz. 926), dalej: *u.o.d.o.*

kontekście danych pomiarowych rozważenia wymaga zatem wprowadzenie do prawa energetycznego instytucji tajemnicy pomiarów, która ograniczałaby krąg osób uprawnionych do żądania ujawnienia danych pomiarowych.

6.4. Finansowanie wdrożenia ISD

Wspomniana już dyrektywa 2010/31/UE skłania do rozważenia możliwości wdrożenia ISD wspartego zachętami finansowymi, co z kolei wymaga analizy dostępnych instrumentów wsparcia funkcjonujących w prawie krajowym.

W aktualnym modelu regulacji, za mało prawdopodobny należy uznać scenariusz, w którym wdrożenia ISD finansowane lub współfinansowane są przez OSD. Ewentualne finansowanie ISD przez operatorów sieci dystrybucyjnych wymagałoby wypracowania zasad refundacji wdrażania tego typu systemów w ramach taryf zatwierdzanych przez Prezesa URE. W przypadku podjęcia decyzji o współfinansowaniu przez OSD elementów ISD (np. bramy domowej), do osiągnięcia tego celu potrzebne będzie wprowadzenie zasad współfinansowania oraz pokrycia kosztów stąd wynikających w taryfie OSD albo określenie innych mechanizmów ich pokrywania przez regulatora.

Innym możliwym do rozważenia sposobem na finansowanie ISD mogłyby być instrumenty przewidziane przez ustawodawcę w ustawie o efektywności energetycznej. Finansowanie wdrożenia ISD w ramach aktualnego systemu świadectw efektywności energetycznej (tzw. białych certyfikatów) wydaje się jednak mało prawdopodobne, ze względu na brak możliwości wyliczenia korzyści uzyskanych u poszczególnych uczestników systemu, jak i z uwagi na fakt podziału uzyskiwanych korzyści pomiędzy odbiorcę i OSD, którzy startują w przetargach na świadectwa efektywności w odrębnych grupach. Z tych przyczyn ewentualny model wsparcia musiałby opierać się o wielowymiarowy model oceny przedsięwzięć efektywności energetycznych, w którym projekty wdrożeń ISD (uprzednio zaakceptowane przez Prezesa URE) otrzymywałyby świadectwa efektywności bez konieczności przeprowadzania przetargu.

Inwestycje związane z ISD mogą być również finansowane, jako inwestycje związane ze środowiskiem, ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW). W takim przypadku istotne będzie ewentualne określenie ram prawnych dla współpracy pomiędzy Prezesem URE i Prezesem NFOŚiGW w przypadku wydatkowania przynajmniej części środków pochodzących z opłat zastępczych wnoszonych przez przedsiębiorstwa energetyczne.

Możliwe jest również zastosowanie szerokiego spektrum ulg i zwolnień podatkowych – z wyłączeniem ulg i zwolnień od podatku VAT lub podatku akcyzowego. Ewentualne wprowadzenie ulg i zwolnień dotyczyłoby zatem przede wszystkim podatku dochodowego lub podatku od nieruchomości. Głównym problemem w tym obszarze byłoby właściwe określenie przedmiotu zwolnienia lub ulgi, w szczególności w przypadku urządzeń, w których obok funkcji związanych z działaniem w ramach ISD, występują również funkcje niepowiązane (np. telewizor z funkcjonalnością systemu zarządzania energią).

W zakresie przepisów podatkowych należy wskazać na konieczność maksymalnego uproszczenia rozliczeń w przypadku odbiorców posiadających rozproszone źródła energii. W celu ograniczenia barier prawno-organizacyjnych dla aktywnego udziału konsumenta niezbędne jest uproszczenie zasad rozliczania przychodów z tytułu sprzedaży energii elektrycznej lub usług DSR przez prosumentów nieprowadzących działalności gospodarczej, jak również zwolnienie ich z obowiązków w zakresie podatku akcyzowego.

7. Wpływ rozwoju ISD na krajowy system elektroenergetyczny

Koniec XX wieku przyniósł zasadnicze zmiany w światowej elektroenergetyce. Siłą napędową tych zmian są przemiany technologiczne (rozwój generacji rozproszonej, telekomunikacji i magazynowania energii) oraz rosnące ryzyka (w tym polityczne) dotychczasowego modelu zaspakajania potrzeb energetycznych. Proces zmian zapoczątkowany otwarciem monopoli energetycznych sprawił, że jak nigdy dotąd energia elektryczna została potraktowana jak towar, a jej dostawa do odbiorcy jak usługa. W dodatku cała ta operacja została osadzona w realiach rachunku opłacalności ekonomicznej.

Zerwanie z praktykami monopolistycznymi w energetyce realizowane w powiązaniu z głęboką strukturalna transformacją tej sfery gospodarki doprowadziło do zmiany filozofii funkcjonowania systemu elektroenergetycznego. Proces zapoczątkowanych i skutecznie kontynuowanych przemian w energetyce wyznaczył nowe kierunki jej rozwoju eksponując przede wszystkim konieczność stosowania technologii efektywnych i o wysokich walorach funkcjonalnych, technologii, które będą znaczącym wsparciem dla ochrony bezpieczeństwa energetycznego i które jednocześnie będą skutecznie ograniczać negatywne oddziaływanie na środowisko naturalne.

Obserwowana obecnie w kraju i na świecie dynamika wzrostu zapotrzebowania na energię, powodowana głównie przyrostem ludności oraz rosnącymi potrzebami społeczeństw, wskazuje na pożądany kierunek przebudowy energetyki oparty na zbieżnym rozwoju energetyki konwencjonalnej – raczej ze słabnącą tendencją rozwojową oraz zdecentralizowanej energetyki odnawialnej – zdecydowanie z tendencją prorozwojową. Należy zatem spodziewać się stopniowego ograniczanie udziału energetyki węglowej w strukturze wytwarzania energii na rzecz rozwiązań głównie promujących nowoczesne technologie, technologie ograniczające emisję CO_2, rozwój energetyki rozproszonej bazującej na produkcji energii w skojarzeniu (rozwój kogeneracji), energii odnawialnej wykorzystującej w procesie przetwarzania energię wiatru, promieniowania słonecznego, geotermalną, spadku lub ruchu wód, a także na produkcji energii z biomasy, biogazu wysypiskowego i powstałego w procesach odprowadzania lub oczyszczania ścieków, jak też pozyskiwanej, a właściwie odzyskiwanej w procesach rekuperacji.

Nowy etap budowy energetyki to przede wszystkim inwestycje infrastrukturalne korzystające z wysoko-zaawansowanych technologii. Niewątpliwie w czołówce takich technologii energetycznych jest rozbudowa istniejącej infrastruktury o elementy sieci inteligentnej – Smart Grid począwszy od infrastruktury pomiarowej AMI po aplikacje prosumenckie. Dzisiaj możemy już uznać Smart Grid, jako kierunkową technologię rozwoju sieci elektroenergetycznych na całym świecie, doskonale ułatwiającą zarządzanie energetyką rozproszoną oraz umożliwiającą efektywne użytkowania energii, zwłaszcza w budownictwie, przemyśle, ale również w transporcie (np. samochody z napędem elektrycznym). Wiele państw postrzega technologię inteligentnych sieci elektroenergetycznych jako jedną z najskuteczniejszych dróg do zoptymalizowania profilu zużycia energii elektrycznej, a w możliwości zużywania energii w miejscu jej wytworzenia - zmniejszenie strat przesyłu energii elektrycznej. Eksperci upatrują w niej również możliwość skutecznego oddziaływania na

poziom bezpieczeństwa dostaw energii do odbiorców i systemowej integracja źródeł odnawialnych.

Inteligentne sieci integrujące wszystkich uczestników rynku energii elektrycznej sięgając aż do lokalnych sieci teleinformatycznych obejmujących swoim zasięgiem obszar ograniczony do pojedynczego gospodarstwa domowego (sieć domowa ISD) są również ogromną szansą dla Polski. Technologia ta nabiera szczególnego znaczenia wobec istniejącego w kraju niedoboru nowej sieci i nowych mocy wytwórczych, a także znaczącego zdekapitalizowania istniejącej infrastruktury sieciowej w przesyle i dystrybucji oraz użytkowanych jednostek generacji, konieczności podnoszenia efektywności energetycznej oraz coraz ostrzejszych wymagań środowiskowych. Notowane w ostatnich latach anomalie klimatyczne wielokrotnie stają się przyczyną wyłączeń odbiorców w skali znacząco wykraczającej poza pojedyncze domostwa. Jak się okazuje skutki takich zdarzeń mogą również być skutecznie ograniczane dzięki zastosowaniu inteligentnych sieci, w szczególności w zakresie prosumenckim.

Z analizy danych statystycznych odnoszących się do tempa rozwoju gospodarczego kraju, rejestrowanej tendencji w prognozach zużycia energii elektrycznej i szacowanej zdolności inwestycyjnej podsektora wynika szczególna współzależność ich wartości, w ocenie której problematyka zagrożenia bezpieczeństwa energetycznego lokuje się po stronie generacji oraz przesyłu i dystrybucji energii elektrycznej. Na podstawie danych Banku Światowego i dokumentów Komisji Europejskiej można przyjąć, że zmiana wartości wskaźnika PKB dla Polski będzie oscylowała na poziomie pojedynczych punktów procentowych, co tym samym pozwala na stwierdzenie, że w latach 2012-2015 utrzyma się tendencja wzrostowa w zakresie zapotrzebowanie na energię elektryczną brutto. Godne odnotowania jest również to, że w horyzoncie długoterminowym tj. do roku 2030, można spodziewać się, że osiągniemy w kraju poziom ok. 200 TWh rocznego zużycia energii elektrycznej, zachowując w tym okresie tendencję obniżania energochłonności gospodarki (dla porównania w roku 2011 krajowe zużycie energii elektrycznej wyniosło 157,7 TWh).

Mamy zatem do czynienia z wielowymiarowym ryzykiem niezrealizowania w wymaganym czasie niezbędnych zamierzeń inwestycyjnych w wielkiej konwencjonalnej energetyce. Świadomość faktycznej skali potrzeb inwestycyjnych skłania do szukania i wdrażania nowatorskich rozwiązań w energetyce. Niewątpliwie do takich należy koncepcja Smart Grid wraz jej komponentami. Technologia ta jest nowym trendem w energetyce przyspieszającym uniwersalizację technologii wytwórczych w obszarze energetyki odnawialnej oraz technologii rynku energii elektrycznej, w której dotychczasowy odbiorca – konsument staje się w pełni zarządzającym poborem energii, prosumentem, czyli aktywnym uczestnikiem rynku energii elektrycznej. Będzie to możliwe dzięki stworzeniu nowoczesnej platformy technologicznej wpływającej na poprawę świadomości użytkowania energii poprzez:

- Edukację klientów, indywidualne zarządzanie własnym zużyciem energii elektrycznej, stworzenie inteligentnej organizacji przestrzeni domowej klienta, wprowadzenie do przestrzeni domowej aktywnych urządzeń gospodarstwa domowego, zastosowanie w przestrzeni domowej klienta urządzeń służących do przydomowej produkcji energii elektrycznej oraz efektywne skomunikowanie wewnątrz sieci domowej oraz z otoczeniem,
- Obniżenie jej kosztów (ograniczenie wydatków gospodarstw domowych na energię elektryczną),

- Zwiększenie efektywności przepływów energii w sieci (redukcja szczytowego zapotrzebowania na moc),
- Zintegrowanie w systemie licznych źródeł rozproszonych (umożliwienie przydomowej produkcji energii elektrycznej nie tylko na potrzeby własne),
- Zwiększenie zaangażowania odbiorców w zagadnienia rynku energii elektrycznej.

Należy jednak mieć na uwadze to, że zarówno technologia Smart Grid, jak i jej poszczególne elementy (w tym także ISD) nie będą stanowić wyłącznej gwarancji bezpieczeństwa energetycznego kraju. Temu zawsze – a przynajmniej w ciągu najbliższych kilkunastu lat – będzie służyła także krajowa generacja konwencjonalna. Natomiast prezentowana technologia z pewnością może przyczynić się do złagodzenia skutków bieżącego niedoboru kapitału inwestycyjnego, umożliwiając odroczenia w czasie realizacji niezbędnych inwestycji w nowe moce wytwórcze oraz w sieć elektroenergetyczną. A w sytuacjach zagrożenia utraty stabilności systemu elektroenergetycznego może stanowić lokalnie (a przy globalnym podejściu do technologii nawet w wymiarze całego kraju) znaczące wsparcie dla zasilania energią elektryczną odbiorców.

8. Finalne rekomendacje

Analizując treść obszernego materiału, jaki został sporządzony w ramach projektu „GEF Energy Efficiency Project TF No. 054104" obejmującego aspekty społeczne, rynkowe, technologiczne i prawno-regulacyjne w zakresie aktywacji przestrzeni infrastrukturalnej obejmującej inteligentną sieć domową nie trudno oprzeć się wrażeniu, że mamy do czynienia z nowoczesnym, dynamicznie rozwijającym się w świecie, a od niedługiego czasu także w Polsce procesem synergetycznym[19], czyli przejściem od dominacji produkcji paliw kopalnych i systemów elektroenergetycznych do efektywnej produkcji i zarządzania energią elektryczną w systemach energetyki rozproszonej. Oddziaływanie tego procesu na trwającą nadal restrukturyzację sektora energetycznego skutkuje potrzebą gruntownej weryfikacji pierwotnie opracowanych założeń restrukturyzacyjnych, opisanych chociażby w Polityce energetycznej Polski do roku 2030. Zrealizowany projekt jest dokumentem jednoznacznie potwierdzającym taka potrzebę. Jednak w tym względzie, poza ogromem pracy koncepcyjnej do wykonania, istnieją już pewne wzorce, które należy wykorzystać. Są to wzorce, które zostały opracowane m.in. na użytek systemów regulacyjnych państw Unii Europejskiej. Rekomendując ich analizę należy w pierwszej kolejności odnieść przesłanki merytoryczne prezentowanych wzorców do specyfiki kraju, w którym zostały one implementowane, a dopiero w następnym kroku konfrontować je z możliwością zastosowania ich w realiach krajowej gospodarki.

Infrastruktura Sieci Domowej wyposażona w odpowiednie interfejsy do sieci inteligentnej to dla odbiorcy źródło bieżących informacji o zużyciu energii elektrycznej, to w szczególności dostęp do danych, dzięki którym będzie możliwe bardziej optymalne zarządzanie energią elektryczną. Takie rozumienie wskazanych funkcji wyklucza często niesłusznie formułowane ograniczenie działania Smart Grid-u wyłącznie do roli kompensatora deficytów rozwojowych sieci elektroenergetycznych. Natomiast w rekomendacji należy podkreślić dokonującą się zmianę zachowań konsumenckich odbiorców energii na świadome zachowania prosumenckie, rozwijane między innymi poprzez uczestnictwo w programach zarządzania popytem oraz popularyzujących rozwój własnej mikrogeneracji.

Obecny model regulacji ma charakter kosztowy i opiera się na mało stabilnych zasadach ekonometrycznych, co w konsekwencji prowadzi do słabej promocji efektywności i innowacyjności.

Znajomość poziomu niezbędnego dokapitalizowania krajowego majątku sieciowego powinna stanowić wystarczającą motywację do stworzenia takich reguł regulacyjnych, które będą sprzyjać równoważnej alokacji inwestycyjnych środków finansowych w modernizację i rozwój sieci elektroenergetycznych i w proces wdrożenia inteligentnego systemu pomiarowego i infrastruktury sieci domowej – elementów koncepcji inteligentnych sieci. Nowe reguły regulacyjne powinny także równoważyć interes przyszłych beneficjentów i interesariuszy proponowanej technologii.

ISD może zostać kluczowym elementem inteligentnych sieci. Celowym wówczas staje się, aby regulacje prawne sprzyjały nie tylko realizacji funkcji indywidualnego oszczędzania

[19] Popczyk J. *Energetyka rozproszona.* Polski Klub Ekologiczny Okręg Mazowiecki. Warszawa 2011

energii, lecz również funkcji zarządzania warstwą prosumencką. W praktyce oznacza to konieczność zapewnienia interoperacyjności i usunięcia barier prawnych m.in. w zakresie wymiany informacji pomiędzy jednostką upoważnioną do akwizycji danych, a podmiotem oferującym technologię ISD. Kluczowe dla praktycznego wykorzystania ISD w roli innej niż tylko indywidualnego mechanizmu oszczędzania energii, będzie miało natomiast stworzenie prawnych zasad aktywnego zarządzania popytem na energię elektryczną, świadczenia usług oraz generacji rozproszonej. Po zapewnieniu prawnych warunków dla takiej dwustronnej współpracy systemu AMI z ISD, konieczne będzie przyjęcie odpowiednich mechanizmów finansowania rozwoju takich technologii, w tym współfinansowania jej ze środków OSD lub rozważenie wprowadzenia służących jej dedykowanych systemów wsparcia.

Zaprezentowany w projekcie, w części opisanej raportem technicznym, przegląd dostępnych rozwiązań układowych i funkcjonalnych ISD potwierdził – przy obecnym rozwoju zaawansowanych technik propagacji sygnałów i nowoczesnych technologii teleinformatycznych – możliwość realizacji założonych struktur ISD. Ich implementacja i możliwość dostosowania do indywidualnych wymagań i zdolności nabywczych Odbiorcy sprzyja popularyzacji innowacyjnych technologii nie tylko w zakresie tworzenia struktury ISD, ale również w zakresie tworzenia krajowej koncepcji sieci inteligentnej Smart Grid. W istocie **budowa ISD jest także dużym przedsięwzięciem informatycznym i telekomunikacyjnym, które w pozytywnej rekomendacji nie może zaniedbać procesu standaryzacji i jednoznacznego określenia wymogów technicznych w zakresie pracy i współpracy dostępnych komercyjnie urządzeń, programów i technik gwarantujących m.in. ochronę odbiorcy przed nieuprawnionym dostępem do jego danych w ramach ISD.**

Kluczowa jest również edukacja w celu zaktywizowania klientów i podtrzymania oraz rozwoju zainteresowania ISD i tematem zarządzania energią.

Ważne jest również stosowanie takich rozwiązań, które pozwalają na realizację celów przy optymalizacji kosztów. W tym kontekście znaczenia nabiera na przykład integracja funkcji wyświetlacza z istniejącym wyposażeniem klienta w celu uniknięcia kosztów dedykowanego urządzenia.

Przeprowadzana analiza wskazuje wstępnie na atrakcyjność wdrożenia rozwiązań ISD w Polsce. Analizy były przeprowadzona na bazie materiałów z projektów realizowanych za granicą, ale również na bazie badań konsumentów realizowanych w Polsce.

Ważnym uzupełnieniem była wiedza ekspertów uczestniczących w projekcie jak i materiały przekazane od firm dostarczających rozwiązania technologiczne w zakresie ISD. W ramach projektu była również prowadzona współpraca z szeroką grupą interesariuszy, gdzie ważną rolę mieli przedstawiciele Urzędu Regulacji Energetyki. Źródła informacji wykorzystywane w trakcie realizacji projektu przedstawia Rysunek 5.

Rysunek 5. Źródła informacji dla analiz projektowych

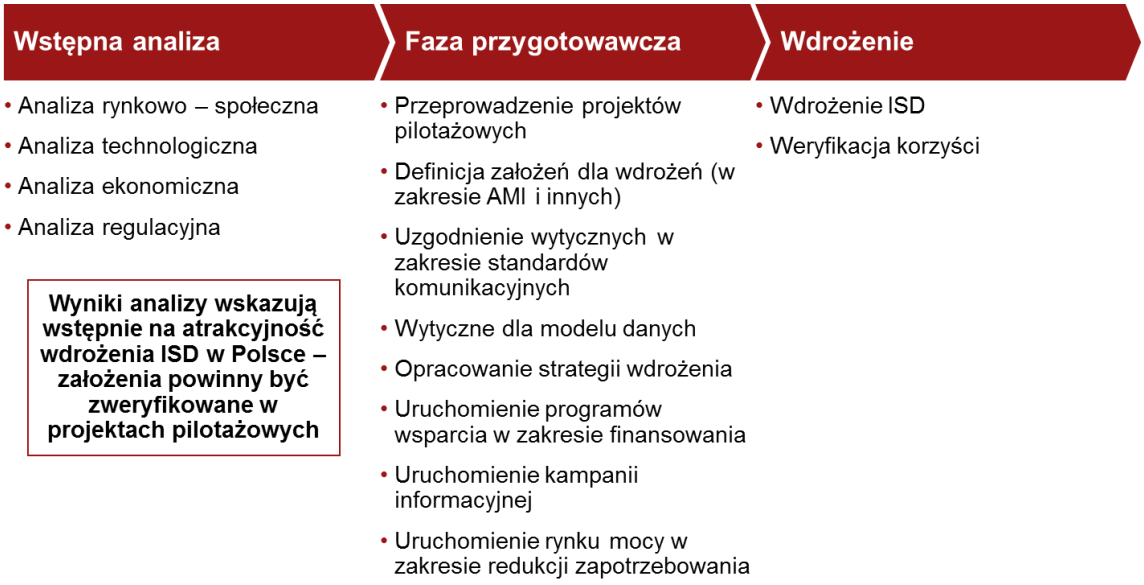
Źródło: Analizy projektowe

Przed przystąpieniem do wdrożeń konieczne jest zweryfikowanie w projektach pilotażowych założeń przedstawionych w raportach projektowych. Dodatkowo działania w zakresie tworzenia odpowiednich regulacji powinny ograniczać ryzyko dla inwestorów. Nieodzowne jest również uruchomienie dedykowanych programów wspierających finansowanie oraz przeprowadzenie kampanii informacyjnej w celu popularyzacji tematyki, jak również komunikacji korzyści płynących z wykorzystania tego typu rozwiązań. Uruchomienie rynku mocy w zakresie redukcji zapotrzebowania oraz wdrożenie taryf z elementem lokalizacyjnym dla generacji na pewno pomogłyby w realizacji projektów wdrożenia ISD, ale nie są to elementy obligatoryjne.

9. Dalsze działania dla rozwoju ISD

Propozycja dalszych działań w celu wdrożenia technologii w zakresie ISD w Polsce została przedstawiona na Rysunku 6.

Rysunek 6. Dalsze działania w zakresie analizy, przygotowania i realizacji wdrożeń



Źródło: Analizy projektowe

Ważne jest, aby założenia do realizacji inwestycji i poziom osiąganych korzyści były monitorowane w trakcie projektów wdrożeniowych. Odpowiednio prowadzone wdrożenia pozwolą na osiąganie znacznych korzyści dla konsumentów i całej gospodarki. Jednym z kluczowym czynników sukcesu jest zaangażowanie konsumentów w optymalizację konsumpcji energii bez negatywnego wpływu na poziom jakości ich życia. ISD daje szansę na rozwój gospodarki i zwiększenie poziomu jakości życia bez zwiększania poziomu konsumpcji energii między innymi poprzez podnoszenie efektywności energetycznej.

10. Autorzy raportów

Autorzy raportu rynkowo-społecznego:

- Przemysław Stangierski - A.T. Kearney
- Mariusz Przybylik - A.T. Kearney
- Krzysztof Jedziniak - A.T. Kearney
- Marcin Moczyróg - A.T. Kearney
- Bartosz Kwiatkowski – A.T. Kearney
- Michał Niesłuchowski - A.T. Kearney

Autorzy raportu technologicznego

- Prof. Grzegorz Benysek
- Dr Marcin Jarnut
- Dr Robert Smoleński

Autorzy raportu ekonomicznego

- Przemysław Stangierski - A.T. Kearney
- Mariusz Przybylik - A.T. Kearney
- Krzysztof Jedziniak - A.T. Kearney
- Marcin Moczyróg - A.T. Kearney
- Bartosz Kwiatkowski - A.T. Kearney
- Michał Niesłuchowski - A.T. Kearney

Autorzy raportu regulacyjnego

- Dr Mariusz Swora
- Jacek Zimmer

Zapewnienie jakości, podsumowanie raportów i rekomendacje

- Prof. Waldemar Skomudek

Raport podsumowujący został napisany przy udziale wszystkich wymienionych autorów.