



Euro - Centrum
Park Naukowo-Technologiczny

RYNEK INTELIGENTNYCH SIECI ENERGETYCZNYCH W POLSCE - DIAGNOZA POTENCJAŁU

**Opracował Park Naukowo-Technologiczny
Euro-Centrum**

Katowice 2013

Spis treści

Wprowadzenie	3
1. Smart grids - zagadnienia teoretyczne	4
1.1. Komunikacja między urządzeniami	8
1.2. Wybrane technologie komunikacji	10
1.3. Inne kluczowe pojęcia	11
2. Analiza makrootoczenia	12
2.1. Czynniki legislacyjne	12
2.2. Czynniki technologiczne	13
2.3. Czynniki ekonomiczne	14
2.4. Czynniki społeczne	16
3. Podaż	17
3.1. Producenci energii	17
3.2. Operator Systemu Przesyłowego	19
3.3. Operator Systemu Dystrybucji	19
4. Popyt	21
4.1. Popyt potencjalny i rzeczywisty	21
4.2. Finansowanie ISE	22
4.3. Korzyści	24
4.4. Estymacja kosztowa:	26
5. Cena	29
6. Podsumowanie	31
7. Bibliografia	32



Wprowadzenie

Światowe zapotrzebowanie na energię nieustannie wzrasta. Duża jego część generowana jest przez rozwój technologiczny, aczkolwiek spory procent zapotrzebowana na energię wynika także z marnotrawstwa energii już pobranej. Biorąc pod uwagę ten czynnik, a także zwiększające się wymagania dotyczące ochrony środowiska, inteligentne sieci energetyczne mogą być rozwiązaniem problemów związanych z energetyką.

Niniejszy raport skupia się przede wszystkim na rynku polskim. Obecny stan infrastruktury przesyłu energii nie jest na najwyższym poziomie w naszym kraju, dlatego głównie wskazane będą możliwości, a także potencjał ku rozwojowi inteligentnych sieci energetycznych.

Raport podzielony jest na pięć podstawowych części. Pierwsza z nich zawiera wstęp teoretyczny dotyczący zagadnień związanych z inteligentnymi sieciami energetycznymi. Zawarta jest w niej cała niezbędna terminologia, jak również wyjaśnione zostały podstawowe zależności pomiędzy elementami składowymi systemów energetycznych. W następnym fragmencie raportu ukazano najważniejsze czynniki wynikające z otoczenia rynku inteligentnych sieci energetycznych, które w największym stopniu wpływają na rozwój tego segmentu. Przedstawiono czynniki technologiczne, legislacyjne, ekonomiczne, a także społeczne - wszystkie z nich wywierają ogromny wpływ i są kluczowe w perspektywie najbliższych lat.

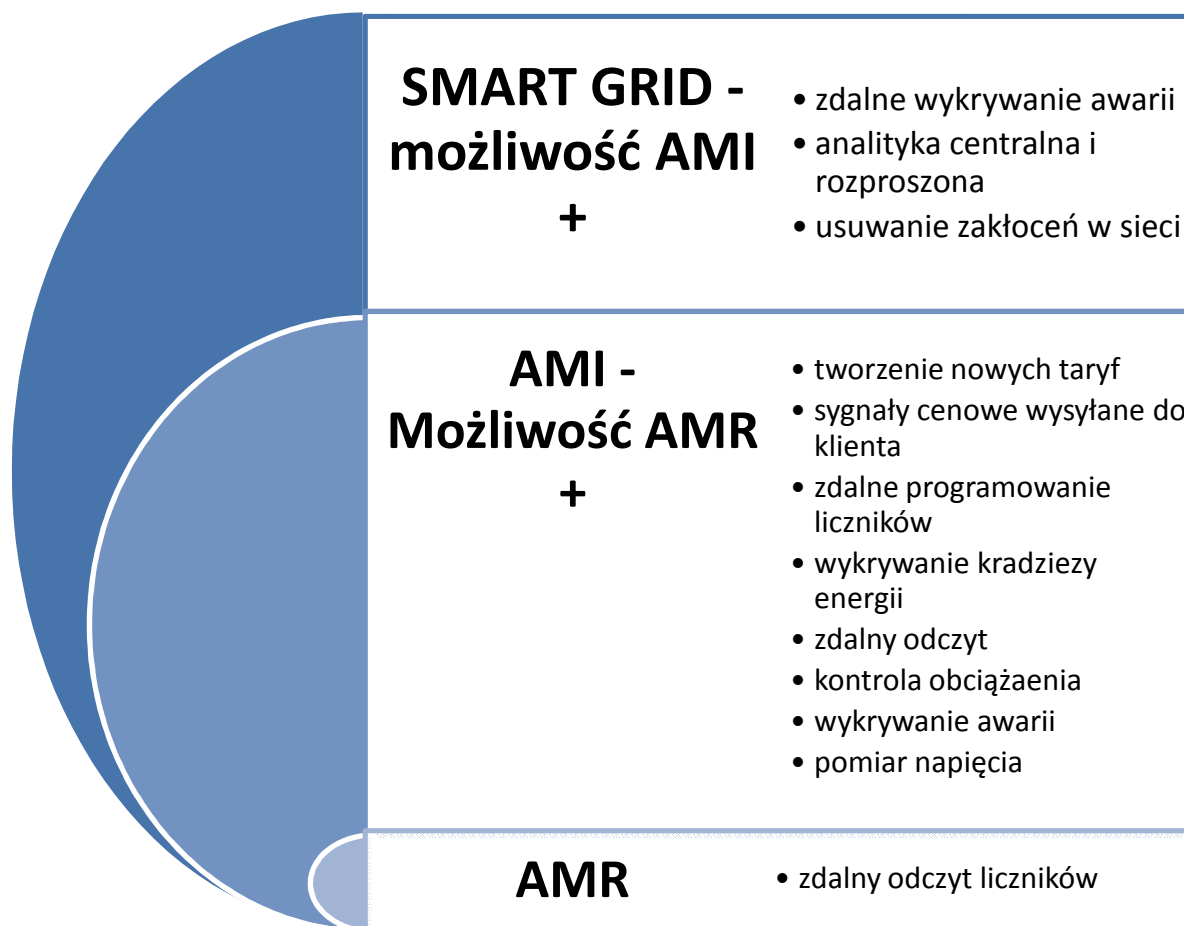
W kolejnych częściach przedstawione zostały elementy rynku energetycznego, które wspólnie tworzą inteligentne sieci energetyczne. W skład części popytowej zaprezentowano wskaźniki w podziale uwzględniającym wielkość podmiotu. Poza wskaźnikami ilościowymi dla Polski mieszczą się również dwie kluczowe dla strony popytowej kwestie - finansowanie zewnętrzne inwestycji w inteligentne sieci energetyczne, a także korzyści wynikające z tego typu rozwiązań. Zaprezentowana także została strona podażowa. Przedstawiony został schemat tworzenia łańcucha wartości dodanej występujący na rynku sieci energetycznych, w tym główni gracze, którzy przy obecnym stanie przesyłu energetyki są potentatami i niewykluczone, że ze względu na czynniki zewnętrzne oni będą także potentatami po całkowitym wprowadzeniu technologii nowoczesnych sieci energetycznych. Ujęto także obecny poziom cen energii w inteligentnym domu, który jest jednym z elementów inteligentnych sieci energetycznych.

1. Smart grids - zagadnienia teoretyczne

Inteligentne sieci energetyczne (smart grids) to koncepcja systemu, który uzyskany jest poprzez wyposażenie odbiorców w inteligentne liczniki energii (smart metering). Pozwalają one na bieżącą komunikację z systemem centralnym, dzięki czemu przedsiębiorstwa energetyczne łączą się ze wszystkimi swoimi klientami. Głównym celem inteligentnych sieci energetycznych jest stworzenie oszczędnego pod względem gospodarczym i zgodnego z zasadami zrównoważonego rozwoju systemu energetycznego, charakteryzującego się niskim poziomem strat oraz wysoką jakością i bezpieczeństwem dostaw. Umożliwiają one integrację uczestników rynku energii, co ma zapewnić obniżenie kosztów, a także zwiększyć efektywność energetyczną podmiotów. Jest to kompleksowe rozwiązanie, pozwalające na łączenie, wzajemną komunikację i optymalne sterowanie rozproszonymi elementami sieci energetycznych po stronie zarówno popytowej, jak i podażowej. Sieci wyposażone są w nowoczesną technologicznie infrastrukturę (liczniki, przełączniki, rejestratory, itp.), która umożliwia integrację i wymianę informacji, które zanalizowane są wykorzystywane do optymalizacji zużycia energii. Cechą, która odróżnia ten system od tradycyjnego systemu elektroenergetycznego jest dwukierunkowy przepływ energii i informacji, co daje pełny obraz zużycia energii przez konsumenta. **Smart metering** to opomiarowanie, które czyni sieć obserwowalną z niezbędnym nadmiarem w odpowiednim czasie. Dzięki nim przekazywane są dane pomiarowe do punktów decyzyjnych, gdzie poza podejmowaniem decyzji wyznacza się także prognozy. Jest filarem inteligentnych sieci energetycznych. Wprowadzenie koncepcji smart grids wpłynęło na pojawienie prosumentów - czyli konsumentów, który również jest zdolny do wytwarzania energii elektrycznej.

AMI (Advanced Metering Infrastructure) - zaawansowane struktury opomiarowania, na którą składają się trzy piętra - liczników, dwukierunkowej komunikacji, a także warstwy gromadzenia i zarządzania danymi. Są one jednym z głównych elementów funkcjonowania ISE. Stosowane obecnie liczniki nie są wyposażone w specjalistyczne funkcje, rejestrując najczęściej jedynie skumulowane wartości zużycia energii, co znacznie utrudnia bieżącą kontrolę wartości zużycia energii w badanych okresach. Czytniki **AMR** umożliwiają już zdalny odczyt rozliczenie się miesięczne za zużytą energię, jednak same w sobie mogą one być niewystarczającym czynnikiem motywującym dla potencjalnych użytkowników do racjonalizacji wykorzystywania energii, stąd większy nacisk kładziony na rozwój inteligentnych urządzeń pomiarowych. Poza zdalnym odczytem zapewniają one m.in.

pomiar wybranych wielkości fizycznych, takich jak moc, czy napięcie; umożliwiają transmisję danych z wybraną częstotliwością oraz wykrywanie prób włamań do systemu. Urządzenia AMI mają tę dodatkową przewagę, że zapewniają możliwość zmiany trybu pracy licznika (np. w nieodpłatny) lub nawet odłączenie zdalne poszczególnych odbiorców.



Smart Grids mają ogromne znaczenie z perspektywy środowiska. Dzięki racjonalizacji zużycia energii przyczyniają się do najbardziej efektywnego jej wykorzystania. Ponadto, dają możliwość włączenia do systemów elektroenergetycznych niewielkich elektrowni (np. wiatrowych) zainstalowanych przy mniejszych budynkach (użytku prywatnego). Niewątpliwą korzyścią jest także możliwość wprowadzenia nadmiaru nagromadzonej energii do systemu i wykorzystania jej przez podmioty z niedoborem.

Inteligentne sieci energetyczne są podsystemem inteligentnych systemów zarządzania użytkowaniem energii, który dopełnia również podsystem inteligentnych budynków.

Inteligentne systemy zarządzania energią w budynkach, czyli „inteligentne budynki” tworzą zintegrowany system nadzoru nad użytkowaniem energii w budynkach o różnej kubaturze i przeznaczeniu (budynki biurowe, handlowe, obiekty przemysłowe, szkoły, szpitale, prywatne domy itp.). Aby budynek mógł być zakwalifikowany jako inteligentny musi spełnić wiele wymagań dotyczących technologii urządzeń automatyki sterowania a także organizacji pracy układów automatyki. System obejmuje wiele układów, które pracują autonomicznie. Jego głównymi zadaniami są zapewnienie komfortu cieplnego mieszkańcom, a także minimalizacja zużycia energii. Poza tym obejmuje on kilkadziesiąt mniejszych zadań operacyjnych, wśród nich np. sygnalizację pożarową, wykrywanie włamań. System powinien być dostosowany do ewentualnego rozszerzania istniejących instalacji, a także uniwersalny (umożliwienie integracji urządzeń różnych firm), tworząc tzw. Sieci rozproszone.¹

Z punktu widzenia klienta inteligentne budynki dążą do redukcji jego kosztów związanych z odbiorem energii. Najbardziej istotnymi elementami w samym systemie jest sterowanie oświetleniem, ogrzewaniem i klimatyzacją - te elementy bowiem stanowią największe źródło niewykorzystanych energii.²

Sterowanie oświetleniem daje szansę na dostosowanie poziomu oświetlenia do obecności użytkowników dzięki użyciu czujników obecności, a także zdolności do dopasowania kilku scen świetlnych. Czujniki gasną w każdym momencie, gdy nie wyczują przebywających ludzi w pomieszczeniu, z kolei ściemniacze zaprogramują natężenie oświetlenia do aktualnych zapotrzebowani - tj. inne będzie światło w momencie spotkania ze znajomymi, inne przy lekturze książek³.

Ogrzewanie stanowi ogromny problem w naliczaniu strat energii. Tradycyjnie systemy dostosowane są do podtrzymywania stałej temperatury, bez uwzględnienia funkcji konkretnych pomieszczeń, czy pory użytkowania. Inteligentne systemy z kolei wykonują pomiary temperaturowe w konkretnych pomieszczeniach, utrzymując pożądany poziom - gdy pomieszczenie jest puste, obniża jego temperaturę, podobnie dostosowuje się do poziomu wymaganego w trakcie snu. Taki skonfigurowany system potrafi zaoszczędzić nawet do 30% energii.⁴

Klimatyzacja i wentylacja często generują dodatkowe koszty, poprzez pracę w momencie, gdy nie jest to konieczne. Inteligentne systemy zarządzania użytkowaniem energii pozwalają na redukcję tych kosztów, dzięki zastosowaniu czujników obecności,

¹ Raport: Inteligentne Systemy Zarządzania Użytkowaniem Energii, Instytut na rzecz Ekorozwoju; 2011

² Ibid.

³ Ibid.

⁴ Ibid.

które przekazują informację o optymalnych warunkach klimatycznych w danym pomieszczeniu i wdrażają je.⁵

Ponadto inteligentne systemy zapewniają m.in.:

- Sterowanie bramami, roletami, zasłonami, żaluzjami za pomocą jednego przycisku.
- Automatyczne podlewanie ogrodu - pozwalają na dostosowanie ilości wody do zapotrzebowania roślin, przy uwzględnieniu poziomu wilgoci powietrza, temperatury, opadów atmosferycznych.

Inteligentne Sieci Energetyczne, aby mogły poprawnie funkcjonować potrzebują organizatora, który stworzy rynek, do którego będą chciały podłączyć się kolejne podmioty. Bez względu na to, czy byłby on przedstawicielem administracji państwowej, czy byłby nim prywatny inwestor pobierający opłaty konieczne jest wypracowanie rynkowych korzyści, dzięki którym możliwe będzie zastosowanie na szeroką skalę elementów inteligentnych sieci. Do funkcjonowania rynku potrzebni są:

- **Producenci energii** - elektrownie wytwarzające energię zarówno ze źródeł odnawialnych, jak i nieodnawialnych,
- **Spółki obrotu** - które wykupują energię od producentów i sprzedają finalnym odbiorcom.
- **Operatorzy sieciowi** - przesyłowi (PSE Operator S.A.) i dystrybucyjni (w Polsce siedmiu). Operator sieci przesyłowej dostarcza energię (napięcie rzędu 220, 400 kV) od wytwórców do tzw. Głównych Punktów Zasilających. Następnie operatorzy sieci dystrybucyjnej transportują energię do finalnych odbiorców (230 V - 110 kV).
- **Finalni odbiorcy** - gospodarstwa domowe, a także odbiorcy przemysłowi, którzy gotowi są stać się także **prosumentami**.

Prosument na rynku energetyki, to użytkownik, który poza wytwarzaniem energii, jest w stanie jej nadmiar dostarczyć do sieci. Istnienie prosumentów w niedalekiej przyszłości może przyczynić się do bilansu energetycznego. Wśród unikatowych cech prosumenta, które decydują o jego atrakcyjności w systemie gospodarczym i energetycznym przyszłości wymienia się:

- efektywny ekonomicznie inwestor angażujący własne środki w proces wytwórczy;
- konkurencyjne koszty produkcji - synergia kosztów utrzymania i produkcji;
- likwidacja strat przesyłowych w segmencie gospodarstw domowych;
- odciążenie linii przesyłowych dalekiego zasięgu;
- wzrost świadomości ekonomicznej i ekologicznej konsumentów energii;
- zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego (gwarancji ciągłości dostaw energii);

⁵ Ibid.

- zwiększenie efektywności inwestycyjnej inwestycji liniowych i dystrybucyjnych

W perspektywie 20 lat działalność prosumencka w obszarze energetyki zdecyduje o efektywności energetycznej polskiej gospodarki. Dla przykładu w Niemczech funkcjonuje już szacunkowo ok. 2 mln prosumentów działających w ramach rynku energii elektrycznej, którzy zainwestowali we własne instalacje, co znacząco pobudziło koniunkturę gospodarczą. Polska również posiada niezwykle korzystne uwarunkowania ekonomiczne do rozwoju nowoczesnego, dużego, dobrze rozwiniętego i proeksportowo nastawionego przemysłu ICT. Zatem Smart Grids wykorzystujący energetykę obywatelską w postaci aktywności prosumenckiej może częściowo rozwiązać problemy: zwiększającego się zapotrzebowania na energię i konieczności inwestycji liniowych oraz braku opłacalności w dystrybucji energii dla klientów indywidualnych.

Inteligentne Sieci Domowe tworzą kolejny element składowy ISE. Oczywiście, warunkiem koniecznym na wykorzystywanie technologii komunikacji wewnątrz sieci jest instalacja w domowych sieciach liczników AMI, które to umożliwiają.

1.1. Komunikacja między urządzeniami⁶

Rozwój komunikacji elektronicznej ułatwił budowanie efektywnych systemów inteligentnych sieci. Różnorodność oferowanych możliwości wynika z poziomu specjalizacji w branży, który jest niezwykle wysoki. Dzięki temu możliwa jest optymalizacja parametrów komunikacji w zależności od wybranego obszaru aplikacyjnego. Technologie komunikacyjne, które stosuje się w inteligentnych sieciach energetycznych zawiera tabela 2. Wykorzystywane są dwa podstawowe media komunikacyjne - bezprzewodowe i przewodowe, które stosuje się do komunikacji między czytnikami i licznikami AMI.

⁶ Raport: Infrastruktura sieci domowej (ISD) w ramach Inteligentnych Sieci - raport technologiczny, ATKearney

Tabela 1. Technologie komunikacyjne stosowane w Smart Grids

Technologia	Pasmo	Przepustowość	Zasięg	Aplikacje	Ograniczenia
GSM	900-1800 MHz	Do 14,4 kbps	1-10 km	AMI, ADR, ISD	Mała przepustowość
GPRS	900-1800 MHz	Do 170 kbps	1-10 km	AMI, ADR, ISD	Mała przepustowość
3G	1,92 - 1,98 GHz 2,11 - 2,17 GHz (licencjonowane)	348 kbps - 2 Mbps	1-10 km	AMI, ADR, ISD	Opłaty licencyjne
WiMax	2,5 GHz, 3,5 GHz, 5,8 GHz	Do 75 Mbps	10-50 km (LOS) 1-5 km (NLOS)	AMI, ADR	Słaba popularność
PLC HomePlug AV2	2-86 MHz	600 Mbps - 1,8Gbps	1-3 km	AMI, ISD	Zaburzone medium komunikacyjne
PLC HomePlug AV	2 - 28 MHz	200 Mbps	1-3 km	AMI, ISD	Zaburzone medium komunikacyjne
PLC G3	35,0 - 90,6 kHz	33,4 kbps	1-3 km	AMI, ISD	Zaburzone medium komunikacyjne
PLC PRIME	43 - 89 kHz	128,6 kbps	1-3 km	AMI, ISD	Zaburzone medium komunikacyjne
PLC S-GSK	9 - 96 kHz	2400 Baud	1-3 km	AMI, ISD	Zaburzone medium komunikacyjne
ZigBee	2,4 GHz, 868 MHz, 915 MHz	250 kbps	30 - 50 km	AMI, ISD	Mała przepustowość, Mały zasięg

Źródło: "Smart grids technologies: Communications Technologies and Standard", Gungor V.C., 2011

1.2. Wybrane technologie komunikacji

ZigBee - jest bezprzewodowym, nieskomplikowanym systemem komunikacji, który charakteryzuje się względnie niskim zużyciem energii, małą przepustowością i niskim kosztem integracji systemu. Jest on zwykle używany przy automatyzacji oświetlenia, monitoringu energii, automatyce budynkowej, czy też pomiarowi wskazań liczników. Wykorzystuje on metodę rozpraszania widma kluczkowaniem bezpośrednim DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum), które stosowane są w tanich, nisko napięciowych układach scalonych. Liczniki AMI mogą ze zintegrowanym protokołem ZigBee przysyłać komunikaty do urządzeń sieci. Ponadto kolejny moduł ZigBee - SEP pozwala na wysłanie wiadomości do odbiorców (np. z informacją o bieżącym zużyciu energii). Inteligentna Sieć energetyczna zbudowana w oparciu o tę technologię może liczyć do 256 urządzeń⁷.

Wireless Mesh - to elastyczna sieć zawierająca węzły, które mogą tworzyć grupy, a każdy z węzłów może działać jako niezależny router. Sieć posiada zdolność tzw. Samo naprawy polegającej na znajdowaniu przez sygnał ścieżki komunikacyjnej poprzez aktywne węzły, również w przypadku wyłączenia z sieci innych węzłów. Stosowany jest np. przez grupę PG&E - w którym każdy z liczników AMI został wyposażony w radiowy moduł komunikacyjny i każdy przekazuje dane poprzez liczniki znajdujące się w sąsiedztwie. Poszczególne liczniki pełnią funkcję repeaterów dopóty, dopóki zagregowane dane pomiarowe nie dotrą do punktu dostępowego sieci.

Powerline Communications (PLC) - technika wykorzystująca instalację elektryczną do transmisji danych pomiędzy włączonymi do sieci urządzeniami. Istnieje wiele standardów tej technologii, różniących się modulacją i częstotliwością transmisji. Jest to pierwszy standard, który służy komunikacji z licznikami AMI. Zastosowanie tego typu komunikacji w sieciach niskich napięć jest jednym z najbardziej kluczowych kierunków badań, których celem jest rozwój Smart Grid. Liczniki AMI są tutaj połączone koncentratorami za pomocą instalacji elektrycznej, a dalsza transmisja danych odbywa się z wykorzystaniem sieci komórkowych.

M-Bus - jest europejskim standardem opracowanym do komunikacji liczników energii z gazomierzami, a także innymi urządzeniami monitorującymi - sterującymi. Posiada on w sobie protokoły transmisji, jak i interfejsy. Występuje głównie w sieciach bezprzewodowych. Zwykle dane pomiarowe zostają wysłane do koncentratora, który je wszystkie gromadzi. Możliwa jest komunikacja w trybie jedno i dwukierunkowym.

⁷ Raport technologiczny,

Z-Wave - energooszczędna technologia komunikacyjna, stosowana głównie w automatyce budynkowej do zdalnego sterowania urządzeniami. Ze względu na niski koszt aplikacji, Z -Wave znalazł zastosowanie w urządzeniach elektroniki użytkowej u ponad 200 producentów. W tego rodzaju typologii każdy z węzłów jest w stanie wysłać, ale i odebrać komunikaty. W martwych punktach sieci stosuje się węzły pośrednie. Praca odbywa się w grupach lub indywidualnie, umożliwia odpowiednie zaprogramowanie, a także sterowanie za pomocą specjalnego pilota, lub Internetu.

1.3. Inne kluczowe pojęcia

Licznik energii elektrycznej - urządzenie służące do pomiaru energii elektrycznej. Najczęściej stosowane są liczniki indukcyjne, z obracającą się metalową tarczą i mechanicznym liczydłem. Wypierane są coraz częściej przez nowocześniejsze, wielofunkcyjne liczniki elektroniczne. Liczniki instalowane w gospodarstwach domowych to najczęściej liczniki energii czynnej, o odpowiedniej klasie dokładności, a ich wskazania służą do rozliczeń finansowych pomiędzy dostawcą energii elektrycznej, a odbiorcą.

Licznik przedpłaty - Układ pomiarowo - rozliczeniowy energii elektrycznej, w którym dopływ energii elektrycznej zostaje uruchomiony po uiszczeniu z góry należności za określoną ilość energii.

AMR - Advanced Metering Reading - zdalny odczyt, technologia, która polega na automatycznym poborze danych o zużyciu z wodomierzy, gazomierzy, ciepłomierzy, a także liczników energetycznych.

HAN - Home Area Network - sieci w wymiarze pojedynczych budynków.

2. Analiza makrootoczenia

2.1. Czynniki legislacyjne

Wraz z wejściem do Unii Europejskiej Polska zobowiązała się do uczestnictwa w budowie jednolitego rynku energii elektrycznej, czyli obligatoryjnie musi dostosowywać się do prawa regulacji prawnych dotyczących tego sektora. Najważniejsze z nich zawarte zostały w 3 pakietach liberalizacyjnych z lat 1996 - 2009, dotyczących wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej oraz gazu ziemnego. Przyjęcie dyrektyw miała za zadanie przyspieszenie procesu liberalizacji sektorów energii elektrycznej i gazu ziemnego w państwach Unii Europejskiej. Dwa pierwsze pakiety nie przyniosły spodziewanych efektów w sferze konkurencyjności na rynku energetyki, stąd w trzecim położono nacisk na zapewnienie współpracy pomiędzy operatorami systemów przesyłowych - co miało wpłynąć na wzrost konkurencyjności cen.

Dyrektywa 2009/72/WE z roku 2009 wprowadza zależność obowiązku wdrożenia systemów ISE od pomiarów ich efektywności ekonomicznej pod kątem długoterminowych kosztów, a także korzyści zarówno rynkowych, jak i indywidualnych poszczególnych podmiotów. Poziom legislacyjny w Polsce w tej dziedzinie jest mocno zacofany. Polskie prawo w żadnych przepisach nie przewidują obowiązkowości instalacji urządzeń pomiarowych zaliczanych w poczet inteligentnych, nie definiują także specyfikacji owych urządzeń, nie określają jego funkcji.

Prawo europejskie zakłada realizację celu w zakresie efektywności energetycznej w ramach pakietu energetyczno-klimatycznego do roku 2020 zwiększenie efektywności energetycznej o 20%. Dodatkowo w Dyrektywie 2010/31/UE ujęte są założenia dotyczące energooszczędności budynków, wg których poza bliskiej zeru utracie energii w budynkach główną rolę odgrywają alternatywne źródła. Kwestia dostarczenia usług związanych z zarządzaniem energetycznym w ramach wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej zawarta jest w Dyrektywie 2009/72/WE. Odmienne niż w przypadku Dyrektywy 2010/31/UE, adresatem obowiązków, które powinny przyjąć państwa członkowskie, prawodawca europejski uczynił tutaj przedsiębiorstwa energetyczne. Przyjąć należy na potrzeby niniejszego raportu, że ze sformułowania powołanego przepisu nie wynika obowiązek dostarczania infrastruktury inteligentnych sieci domowych, a jedynie zapewnienia odpowiednich środków, które pozwalałyby na wykorzystanie jej potencjału w zakresie optymalizacji wykorzystania energii elektrycznej i szerzej - promowania efektywności energetycznej. Komisja Europejska z kolei przedstawia, iż inteligentne sieci pomiarowe stanowią ważne elementy służące uzyskaniu maksymalnej oszczędności energii

w budynkach, przesyłu informacji oraz integracji odnawialnych źródeł energii stąd rekomendacje. Przede wszystkim dotyczą one wprowadzenia strategii rozwoju sieci szerokopasmowych, aby ułatwić monitorowanie zużycia, a także dystrybucję.

Przepisy prawa polskiego nie wprowadzają szczególnych zasad dotyczących wdrażania inteligentnych liczników. Podstawę prawną stanowi dla pozyskania i przetworzenia danych pomiarowych stanowi obowiązek operatora systemu dystrybucyjnego określony w ustawie Prawo Energetyczne. Określone są w nim obowiązki operatora systemu dystrybucyjnego, m.in. umożliwienie realizacji umów sprzedaży energii elektrycznej zawartych przez odbiorców przyłączonych do sieci. Szczegółowe zasady dotyczące liczników energii elektrycznej określone są w Rozporządzeniu systemowym Ministra Gospodarki z 4 maja 2007 roku, które wprowadza podział odbiorców na grupy przyłączeniowe. Nie ma jednak w polskich przepisach prawnych regulacji dotyczących instalacji inteligentnych liczników, które pozwalałyby na dwukierunkową komunikację. W grupach I - IV zakładają jedynie instalację liczników umożliwiających zdalny odczyt danych oraz przewidują możliwość takowych instalacji w grupie V, co nie wystarcza na zmianę odbiorcy z pasywnego w aktywnego.

Regulacje dotyczące smart grids zostały również ujęte w ustawodawstwie, które wprowadzana jest do prawa polskiego. Mowa tu o tzw. "trójpaku energetycznym", w ramach którego obowiązywać ma nowe prawo energetyczne, a także ustawy o prawie gazowym i ustawy o odnawialnych źródłach energii. Zgodnie z nią do końca 2020 roku operatorzy systemów dystrybucyjnych mają obowiązek zainstalować u wszystkich odbiorców inteligentne liczniki, za które kosztem zostanie obarczony operator systemu elektroenergetycznego. Liczniki te mają zgodnie z projektem ustawy zapewniać przekaz informacji związanych z mechanizmem zarządzania popytem, do którego przystąpił odbiorca, oraz informacje o cenie, stawkach płat za energię elektryczną za dany okres.

2.2. Czynniki technologiczne

Zmiany zachodzące na rynku energetycznym są często spowodowane rozwojem nowych technologii w różnych elementach łańcucha wartości. Nowe technologie pozwalają również na rozwój usług zarządzania odpowiedzią popytu i używanie zagregowanego potencjału odpowiedzi popytu do oferowania usługi systemowej w celu wsparcia zarządzania systemem elektroenergetycznym. Wciąż pojawiające się udoskonalenia technologiczne w zakresie optymalizacji pobierania i dostarczania energii są kluczowym aspektem w kreowaniu

inteligentnych sieci energetycznych. Ponadto złożoność całego systemu, a także ilość elementów składających się na poprawne jego funkcjonowanie determinują ogromne znaczenie czynników technologicznych w ocenie wpływu makrootoczenia na rozwój ISE.

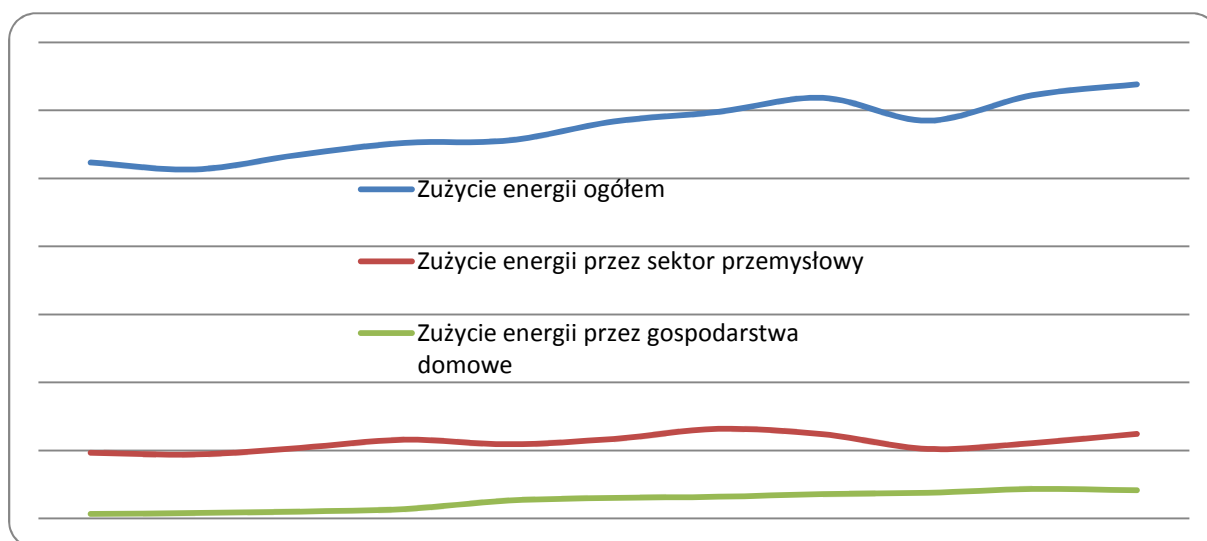
Ważnym czynnikiem są także pojawiające się ośrodki akademickie, w których można kształcić wiedzę właśnie z dziedziny inteligentnych sieci energetycznych. Przykładem może być Politechnika Gdańska, która w ostatnich latach wprowadziła do oferty edukacyjnej kierunek studiów podyplomowych: Energetyka odnawialna i sieci inteligentne, który kształci specjalistów w tej dziedzinie.

Również przedsiębiorstwa zdają sobie sprawę ze znaczenia Inteligentnych Sieci Energetycznych w niedalekiej przyszłości, stąd już teraz inwestują w patenty i naukowców z tej tematyki. General Electric w 2010 roku ogłosiło nawet konkurs w ramach Ecomagination Challenge: "GE ecomagination Challenge: Powering the Grid", których celem było dotarcie do nowych dróg tworzenia patentów w dziedzinie smart grids. GE otrzymało ok. 4 000 zgłoszeń.

Wszystkie powyższe aspekty wskazują, iż rozwój technologiczny jest niezwykle istotny w makrootoczeniu inteligentnych sieci energetycznych.

2.3. Czynniki ekonomiczne

Z ekonomicznego punktu widzenia, rozwój smart grids w Polsce ma ogromne perspektywy i szanse. Przede wszystkim należy wziąć pod uwagę rosnący popyt na energię.

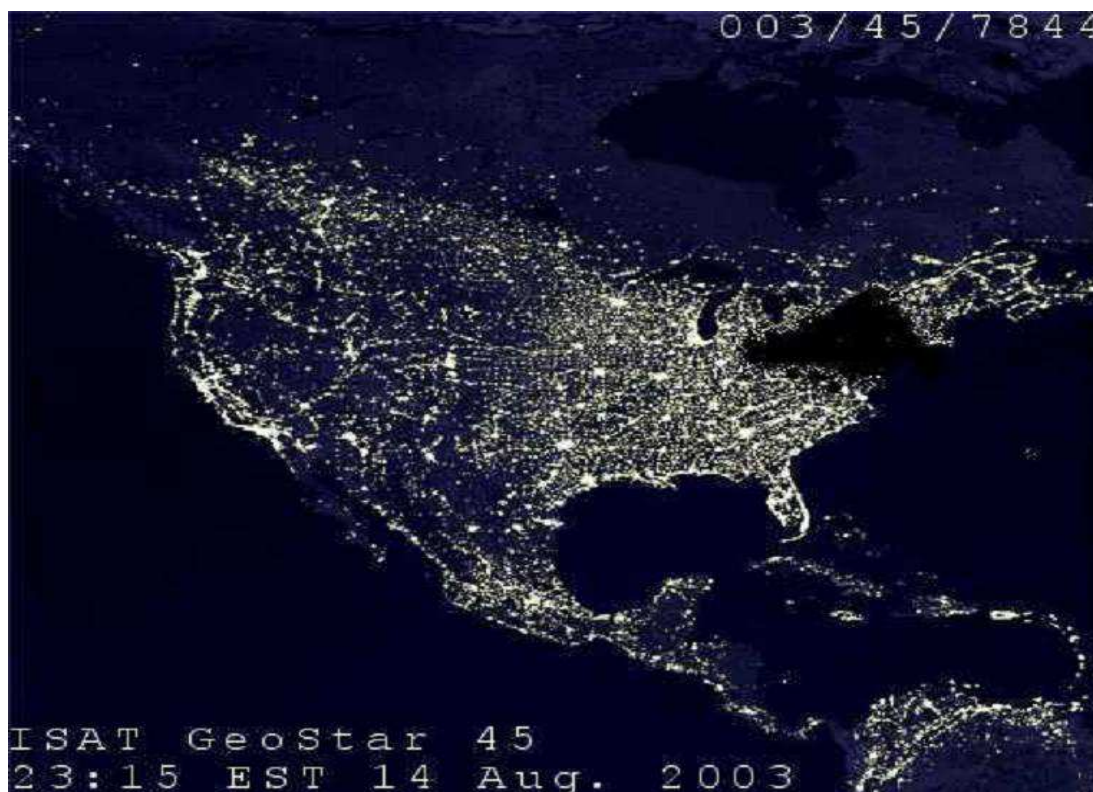


Rysunek 1. Zużycie energii na przestrzeni lat 2001 - 2011 w Polsce, źródło: Bank Danych Lokalnych, GUS

Z powyższego wykresu wynika, iż zarówno w przemyśle, jak i w gospodarstwach domowych nastąpił znaczący wzrost zużycia energii na przestrzeni lat 2001 - 2011. Oceniając ogólny wzrost, to wyniósł on ok. 18,5%, w przypadku sektora przemysłowego nieco mniej, ok. 14%. Prawdziwy skok odnotowano w przypadku zużycia energii przez gospodarstwa domowe o prawie 1/3. Przewidywania OECD dla całego globu przewidują wzrosty o 23% w roku 2020 zużycia energii w porównaniu z rokiem 2008, a także 50% w 2035 roku, również porównują z rokiem bazowym 2008.

Zagrożeniem w przypadku ekonomicznych aspektów oceny otoczenia jest fakt kosztów, jakie niosą ze sobą inwestycje w inteligentne sieci energetyczne. Wdrożenie całej infrastruktury technicznej do Polski wiąże się z ogromnymi wydatkami. Jednak biorąc pod uwagę zagrożenia, jakie mogą czyhać przy obecnym poziomie infrastruktury energetycznej, należy inwestować w inteligentne rozwiązania. ISE wprowadza mniejszą zależność od czynników losowych - jeśli przesył energii jest wdrożony w sposób inteligentny, przy awarii jednego z urządzeń cała sieć wciąż jest w stanie normalnie pracować, tym samym zniwelowaniu ulega ryzyko wystąpienia blackoutu energetycznych, których szkody są liczone w miliardach.

Rysunek 2. Blackout w USA. Ponad 30 mln mieszkańców północno-wschodniej części kraju zostało bez prądu. Awaria trwała jeden dzień i przyniosła straty rzędu 10 mln dolarów.



Źródło: <http://www.ncc-1776.org/tle2003/libe235-20030824-06.html>

2.4. Czynniki społeczne

Świadomość społeczna o zastosowaniu inteligentnych sieci energetycznych jest znikoma. Badania przeprowadzone przez GfK Polonia dotyczące branży energetycznej, które zostały przeprowadzone pod koniec 2012 roku jednak wskazują, iż Polacy skłonni byłiby wdrożyć inteligentne rozwiązania dotyczące sfery energetycznej. Tym co przekonuje Polaków do inwestowania w tego typu systemy są oszczędności oraz możliwości kontroli wydatków na energię elektryczną. Dzięki temu możliwe będzie z perspektywy społeczeństwa wygodniejsze dysponowanie zasobami gospodarstw domowych, a także zwiększone zostanie poczucie decyzyjności w kwestii wielkości pobieranej energii. Polacy wolą płacić za realnie zużycie energii. Wszystkie jednak zagadnienia wiążą się z aspektami ekonomicznymi - sfera ekologiczna nie jest dla Polaków, aż tak istotna.

Według Marka Woszczyka, prezesa URE, brak jest jakiegokolwiek wiedzy społecznej na temat inteligentnych sieci, stąd rekomendowane byłyby edukacyjne kampanie, które być może zmieniłyby podejście Polaków do ekologicznych nowoczesnych technologii.

3. Podaż

3.1. Producenci energii

Producentami energii są wszystkie przedsiębiorstwa, które wytwarzają energię. Polska sumując produkcję energii w ogóle jest 6 producentem energii w Unii Europejskiej. Obecna struktura sektora elektroenergetycznego w Polsce jest rezultatem przeprowadzonych w ostatnich kilku latach procesów konsolidacyjnych, w ramach których utworzone zostały grupy energetyczne jednoczące wszystkie fazy systemu energetycznego. W Polsce działa 7 Grup Energetycznych zajmujących się sprzedażą energii dla gospodarstw domowych:

- **Grupa ENEA** w ramach której energię sprzedaje firma ENEA
- **Grupa ENERGA** w ramach której energię sprzedaje firma ENERGA Obrót
- **Grupa Tauron** w ramach której energię sprzedają firmy EnergiaPro Gigawat oraz ENION Energia
- **Grupa PGE** w ramach której energię sprzedają firmy PGE Lubelskie Zakłady Energetyczne, PGE Łódzki zakład Energetyczny, PGE Rzeszowski Zakład Energetyczny, PGE Zakład Energetyczny Białostok, PGE Zakład Energetyczny Łódź-Teren Obrót, PGE Zakład Energetyczny Warszawa-Teren, PGE Zamojska Korporacja Energetyczna, PGE Zakład Energetyczny Okręgu Radomsko-Kieleckiego
- **Grupa RWE Polska** w ramach której energię sprzedaje firma RWE Polska
- **Grupa Vattenfall** w ramach której energię sprzedaje firma Vattenfall Sales
- **Grupa PKP** w ramach której energię sprzedaje firma PKP Energetyka

Poniżej scharakteryzowano działalność 5 największych grup energetycznych:

GRUPA ENERGA - jest grupą kapitałową, która zajmuje się wytwarzaniem, sprzedażą i dystrybucją energii elektrycznej i ciepłej. Prowadzi także działalność związaną z oświetleniem ulicznym, projektowaniem, zaopatrzeniem materiałowym, wykonawstwem sieciowym i transportem specjalistycznym oraz usługami hotelowymi i informatycznymi. Przedsiębiorstwo posiada 16% udział w rynku sprzedaży energii elektrycznej, obejmując ponad 192 tys. km. Linii elektroenergetycznych, którymi przesyłanych jest łącznie ok. 4 TWh na rok. Energa jest także największym sprzedawcą w kraju energii pochodzącej z odnawialnych źródeł. - produkcja tego rodzaju energii odbywa się w 46 własnych elektrowniach wodnych oraz instalacjach spalających biomasę, które wytwarzają rocznie

1,3 TWh - co stanowi ok. 31% energii wytwarzanej w całej Grupie ENERGA. Ponadto - energia ta stanowi ok 10% krajowej produkcji OZE. ⁸

GRUPA ENEA - podstawą działalności spółki jest wytwarzanie, dystrybucja i handel energią elektryczną w Polsce. Grupa posiada blisko 16% udziałów w rynku dostarczające energię na prawie 20% powierzchni kraju. Struktura 2,4 mln odbiorców obejmuje w 82,5% klientów indywidualnych, a także w 12,5% klientów biznesowych, działających na 109 tys. km linii energetycznych. W swojej własności posiada elektrownie produkujące energię z odnawialnych źródeł:

- 2 elektrownie wiatrowe,
- 21 elektrowni wodnych,
- 2 biogazownie.⁹

GRUPA TAURON - jest największym dystrybutorem energii elektrycznej w kraju - usługi prowadzi za pośrednictwem ok. 223,7 tys. km linii energetycznych. Ponadto, jest drugim co do wielkości producentem energii. W swojej działalności skupia się przede wszystkim na pozyskiwaniu energii z węgla kamiennego - z racji usytuowania na w południowo-zachodniej części kraju bogatej w złoża. Posiada ona jednak w swojej grupie 35 elektrowni wodnych, a także 2 farmy wiatrowe. ¹⁰

GRUPA PGE., czyli Polska Grupa Energetyczna, jest największym w Polsce przedsiębiorstwem sektora elektroenergetycznego biorąc pod uwagę zyski i przychody spółki. Produkowanych jest w niej ok. 57,05 TWh energii elektrycznej, a linie energetyczne mają łączną długość 277 tys. km. Odnawialne źródła energii stanowią w sumie blisko 6% całości produkowanej energii, z czego największą część obejmują elektrownie spalające biomasę, ponadto w skład grupy wchodzi 29 elektrowni wodnych, a także trzy elektrownie wiatrowe. Udział w krajowej produkcji OZE wynosi 17,1%. ¹¹

GRUPA RWE - specjalizuje się w wytwarzaniu energii elektrycznej z gazu, węgla, odnawialnych źródeł energii, a także energii jądrowej oraz sprzedaży i wytwarzaniu energii elektrycznej i gazu. Grupa poza Polską działa także na rynku niemieckim, holenderskim, brytyjskim, węgierskim, słowackim, czeskim, tureckim. Grupa ma w planach do 2015 roku

⁸ www.energa.pl

⁹ www.enea.pl

¹⁰ www.tauron-pe.pl

¹¹ www.gkpgge.pl

wybudować elektrownie wiatrowe o łącznej mocy 300 MW, co finalnie ma doprowadzić do produkcji 15% energii z odnawialnych źródeł. Obecnie w posiadaniu spółki jest 68 turbin wiatrowych.¹²

3.2. Operator Systemu Przesyłowego

Obowiązkiem OSP jest zapewnienie bezpiecznej i ekonomicznej pracy Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (KSE). Spółka ta przesyła energię elektryczną sieciami najwyższych napięć tj. 220 kV i 400 kV i zarządza rynkiem bilansującym (bilansowanie systemu polega na równoważeniu zapotrzebowania na energię elektryczną z jej dostawami) oraz ograniczeniami systemowymi w celu zapewnienia bezpiecznego funkcjonowania systemu elektroenergetycznego. OSP jest również odpowiedzialny za udostępnianie zdolności przesyłowych w celu wymiany transgranicznej energii elektrycznej. Podobnie jak majątek wytwórczy, również sieci przesyłowe są w znacznym stopniu zaawansowane wiekowo. Około 80 % linii o napięciu 220 kV, 23 % linii o napięciu 400 kV i ok. 38 % transformatorów ma więcej niż 30 lat. W przedziale między 20-30 lat jest z kolei ok. 19 % linii 220 kV, ok. 56 % linii 400 kV oraz ok. 34 % transformatorów²⁵.

3.3. Operator Systemu Dystrybucji

OSD pełnią rolę dystrybutorów na rynku energetyki. Są to przedsiębiorstwa energetyczne, które dostarczają energię, która została zakupiona od sprzedawcy do odbiorców finalnych za pomocą sieci energetycznych. Aby działać w tej sferze, należy uzyskać koncesję na dystrybucję energii elektrycznej, która przyznawana jest przez prezesa Urzędu Regulacji Energetyki. Do głównych zadań Dystrybutorów energii elektrycznej należy:

- Obserwacja ruchu sieciowego w systemie dystrybucyjnym
- Bieżąca i długookresowa kontrola bezpieczeństwa funkcjonowania systemu,
- Eksploatacja energii elektrycznej,
- Obsługa i serwisowania, bieżąca konserwacja,
- Dbałość o rozbudowę sieci

¹² www.rwe.pl

W Polsce obecnie działa 14 instytucji zrzeszonych pod głównymi dystrybutorami energii:

- 1) ENEA Operator
- 2) Energa Operator
- 3) EnergiaPro Grupa Tauron
- 4) ENION Grupa Tauron
- 5) Łódzki Zakład Energetyczny Dystrybucja
- 6) PGE Dystrybucja Białystok
- 7) PGE Dystrybucja Lubzel
- 8) PGE Dystrybucja Rzeszów
- 9) PGE Dystrybucja Warszawa-Teren
- 10) PGE Dystrybucja Zamość
- 11) PGE ZEORK Dystrybucja
- 12) RWE Polska Operator
- 13) Vattenfall Distribution
- 14) Zakład Energetyczny Łódź-Teren Dystrybucja

Rysunek 3. Terytorialne rozmieszczenie i zasięg działalności grup energetycznych w Polsce



Źródło: www.ure.gov.pl

4. Popyt

4.1. Popyt potencjalny i rzeczywisty

Roczna produkcja energii w Polsce wynosi 160 TWh, co składa się na zagregowaną wielkość popytu zarówno na energię, jak i wszystkie sposoby dostarczania jej.

Potencjał rynku AMI w Polsce:

Ilość klientów sektora energii elektrycznej	Liczba klientów	Posiadający inteligentne mierniki
Całkowita	16 393 065	
Gospodarstwa domowe	16 292 339	0,01%
Duży klienci, powyżej 2 000 MWh Przyłączeni na wysokim napięciu	4 374	30 - 45%
Inne niż gospodarstwa domowe 50 MWh < U < 2 000 MWh Przyłączeni na niskim napięciu	96 352	100%
Inne niż gospodarstwa domowe Mali i średni klienci Podłączeni pod niskie napięcie		<0,1

Tabela 2. Potencjał rynku inteligentnych liczników energii w Polsce, źródło: "Mapa drogowa usług związanych z inteligentnymi systemami pomiarowymi dla Polski"

Potencjalnie popyt na rynku Inteligentnych Sieci Energetycznych stanowią wszystkie autonomiczne podmioty wykorzystujące energię elektryczną, których w Polsce jest prawie 16,5 mln. Przeważającą część tej liczby stanowią gospodarstwa domowe prawie 16.4 mln użytkowników. Wśród nich, obecnie z inteligentnych urządzeń opomiarowania korzysta ok. 160 tys. gospodarstw. Kolejne grupy wchodzące w skład popytu to klienci, którzy wykorzystują powyżej 2 000 MWh, których jest w Polsce ok. 4,5 tys. z których ok. 1 900 już teraz jest wyposażonych w inteligentne mierniki energii. W przypadku ostatniej znaczącej grupy podmiotów, które zużywają od 50 do 2000 MWh, każdy z nich posiada urządzenie do inteligentnych pomiarów zużycia energii - jest ich prawie 100 000.

Koszty i finansowanie związane z nakładami inwestycyjnymi AMI to:

- Wymiana liczników,
- Dostosowanie procesów i systemów bilingowych,
- Dostosowanie umów,
- Otwarcie sieci na rozproszone źródła energii (OZE),
- Magazynowanie energii.

4.2. Finansowanie ISE

W czerwcu 2012 r. Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej ogłosił pierwszy w Polsce nabór wniosków o dofinansowanie przedsięwzięć realizowanych w ramach I konkursu programu priorytetowego "Inteligentne Sieci Energetyczne (ISE)", o wartości 340 mln zł. Dofinansowanie przeznaczone jest na działania inwestycyjne oraz nie inwestycyjne (m.in. kampanie informacyjno-edukacyjne) związane z wdrażaniem elementów ISE w obszarach pilotażowych. Przedsięwzięcia ISE obejmują:

- energię elektryczną,
- energię cieplną,
- ciepłą wodę użytkową
- oraz (jedynie we współdziałaniu z innym rodzajem energii) energię gazową.

Konkurs skierowany jest do:

- przedsiębiorców (dużych, średnich i małych),
- jednostek samorządu terytorialnego,
- uczelni, instytutów badawczych, Polskiej Akademii Nauk oraz tworzonych przez nią jednostek, którzy organizują w przestrzeniach pilotażowych przedsięwzięcia ISE.

Środki na realizację programu pochodzą z Urzędu Regulacji Energetyki, z pieniędzy pobieranych od dystrybutorów elektryczności za niedopełnienie obowiązku dostaw elektryczności z odnawialnych źródeł energii.

Program "Inteligentne Sieci Energetyczne" otwiera nowy obszar działania Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, i wpisuje się w polskie i europejskie dokumenty polityczne, programowe i prawne dotyczące działań na rzecz ochrony klimatu (ograniczenia emisji gazów cieplarnianych, poprawy efektywności energetycznej i rozwoju odnawialnych źródeł energii) - w szczególności w zapisy Strategii Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko.

Dla optymalizacji wielkości efektu ekologicznego w programie priorytetowym zaakcentowano funkcjonalność działań ISE (a nie samo opomiarowanie) - projekty ISE zgłaszane do dofinansowania przez

NFOŚiGW muszą (jako warunek konieczny) deklorować zainstalowanie rozproszonych odnawialnych źródeł energii oraz uzyskanie w przestrzeni pilotażowej minimalnego ograniczenia/uniknięcia emisji CO₂ w wielkości co najmniej 1000 Mg/rok. Beneficjenci zgłaszający projekt inteligentnych sieci energetycznych do dofinansowania określają współrzędnymi geograficznymi przestrzeń pilotażową, na której będzie on realizowany; w przypadku elektroenergetyki winna ona być powiązana (zawierać w sobie) przynajmniej jeden Główny Punkt Zasilający (GPZ) - umożliwi to bilansowanie (optymalizację) wykorzystania energii w przestrzeni pilotażowej.

Ponadto, w przestrzeniach pilotażowych będą mogły być m.in. realizowane jako podstawowe następujące przedsięwzięcia:

- inteligentne sieci oświetleniowe z energooszczędnym oświetleniem,
- mikrogeneracja, kogeneracja i trójgeneracja gazowa,
- montaż urządzeń magazynujących energię (np. infrastruktury dla gromadzenia energii elektrycznej z/dla samochodów elektrycznych), a także montaż statycznych kompensatorów mocy biernej w ramach budowy/przebudowy sieci elektroenergetycznych służących przyłączeniu odnawialnych źródeł energii.

Dla zapewnienia kompleksowości projektów ISE zgłaszający wniosek będzie deklarował (oprócz działań inwestycyjnych) realizację (w przestrzeniach pilotażowych): kampanii informacyjno-edukacyjnych oraz realizację działań przed realizacyjnymi - opracowań, raportów i programów informatycznych.

NFOŚiGW dofinansowuje przedsięwzięcia ISE w formie dotacji w wysokości 30% - 70% kosztów kwalifikowanych w zależności od beneficjenta i rodzaju przedsięwzięcia. Przewiduje się, że program obejmie ok. 180 tys. osób zamieszkujących przestrzeń pilotażowe i przyczyni się do redukcji/uniknięcia emisji zanieczyszczeń pyłowo-gazowych w wielkości ok. 80 tys. Mg CO₂/rok. Ponadto, efektami ekologicznymi realizacji programu priorytetowego będą m.in.: produkcja energii elektrycznej z rozproszonych źródeł OZE (ok. 80 GWh), oszczędność i optymalizacja zużycia energii elektrycznej (zmniejszenie zapotrzebowania szczytowego), ograniczenie zużycia ciepła, ciepłej wody oraz gazu, ograniczenie strat w przesyłce energii, awaryjności sieci, a także nielegalnych poborów energii. Realizacja przedsięwzięć ISE w przestrzeniach pilotażowych wypracuje w społecznościach lokalnych postawy prosumenckie: równoczesnych producentów i konsumentów energii.

Rozwój i wdrożenie, we współpracy samorządów (mieszkańców) i przedsiębiorców idei inteligentnych sieci energetycznych w przestrzeniach pilotażowych pozwoli realizować równolegle lub w przyszłości projekty inteligentnych dzielnic, miast i regionów. Poprzez projekty Smart Grid stworzone zostaną nowe możliwości dla samorządów i mieszkańców, jak przykładowo:

- optymalne wykorzystanie zasobów energetycznych dostępnych w granicach miasta i/lub regionu, z uwzględnieniem energooszczędnego oświetlenia;
- wdrażanie rozproszonych odnawialnych źródeł energii, a w przyszłości również magazynowania energii;
- lepsza organizacja ruchu kołowego w miastach/regionach dzięki szerszemu wykorzystaniu transportu publicznego;
- przyciągnięcie inwestycji w infrastrukturze energetyki, szczególnie tam, gdzie barierą jest marna jakość infrastruktury sieciowej;
- czytelność rachunków za media energetyczne oraz możliwość bieżącego (w czasie rzeczywistym) odczytu i zużycia energii;
- oszczędność energii i ograniczenie podwyżek cen energii.

Realizacja projektów inteligentnych sieci energetycznych stwarza również możliwości optymalizacji wykorzystywania energii m.in. w kampusach szkół wyższych, galeriach handlowych czy specjalnych strefach ekonomicznych.

4.3. Korzyści

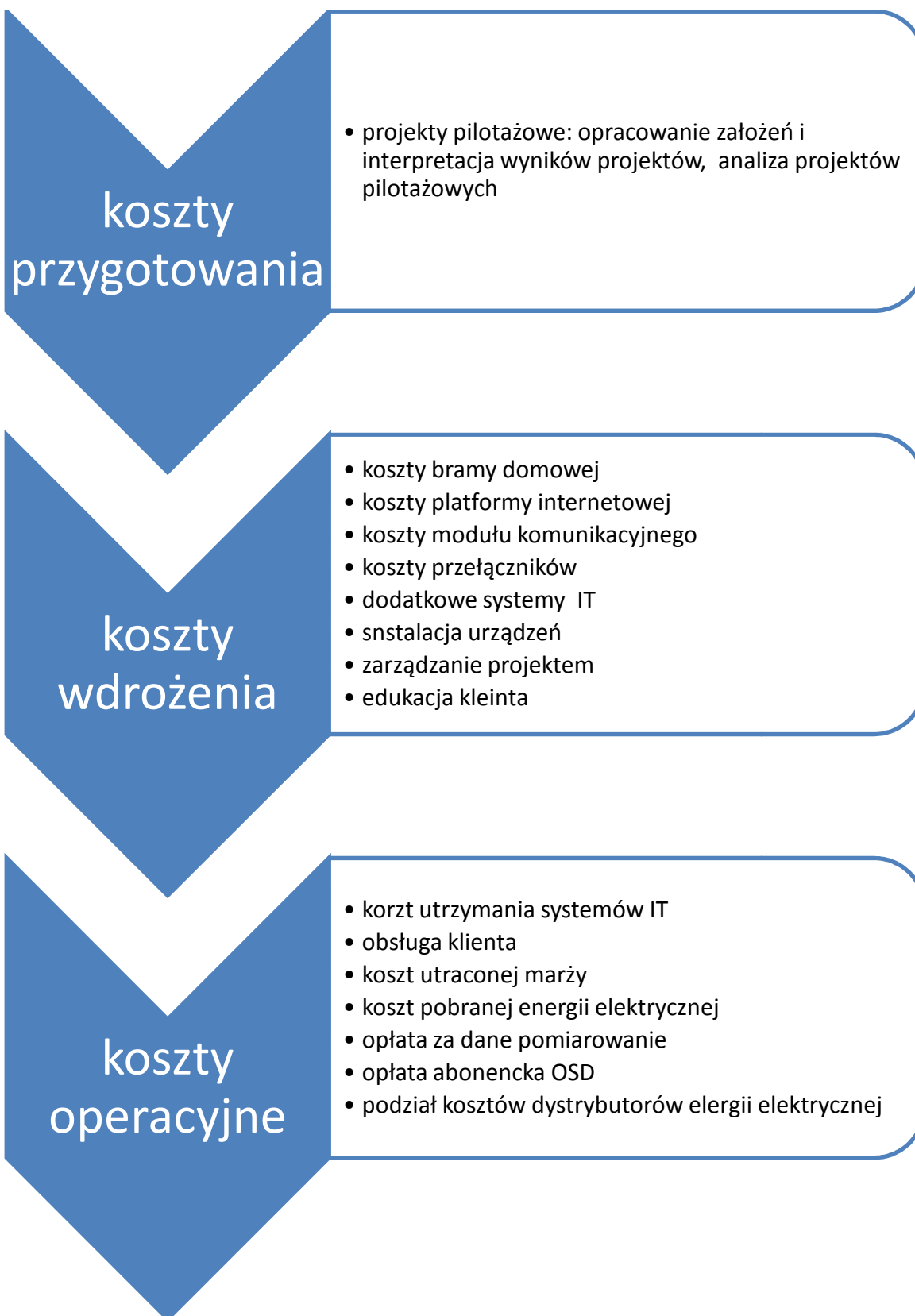
- **redukcja zużycia energii** - konsument jest na bieżąco informowany o zużyciu energii w poszczególnych urządzeniach. Dzięki temu może dostosować swoje zachowanie w celu optymalizowania zużycia energii. ISE dają możliwość dostarczenia informacji w konkretnym czasie, w którym jest taka potrzeba. Badania prowadzone przez firmę A.T.Kearney wskazują zmniejszenie konsumpcji energii do 6% w pojedynczym gospodarstwie domowym, przy zachowaniu standardu.
- **redukcja obciążeń szczytowych** - analizy zachowania konsumentów wykazuje zmniejszenie obciążeń szczytowych o około 9% w przypadku wsparcia taryfy TOU (time of use)¹³
- **zwiększenie udziału źródeł rozsianych** - wdrożenia sieci będą czynnikiem wspierającym rozwój generacji rozsianej w Polsce. Obniży to koszty, a także ułatwi

¹³ Raport: Infrastruktura sieci domowej (ISD) w ramach Inteligentnych Sieci - raport ekonomiczny, ATKearney

pełniejsze wykorzystanie potencjału generacji rozsianej w połączeniu z magazynami energii poprzez koordynację wytwarzania i konsumpcji w różnych okresach dnia i nocy.

- **łatwy dostęp do informacji o zużyciu energii** - inteligentne liczniki dają możliwość określenia zużycia energii w dowolnym momencie, każdemu podmiotowi w sieci, dzięki czemu możliwa będzie lepsza kontrola, a co za tym idzie również zmniejszenie zużycia energii w mieszkaniach
- **korzyści ekologiczne** - redukcja emisji zanieczyszczeń wynika z dwóch głównych czynników: ogólnego zmniejszenia zapotrzebowania na energię elektryczną spowodowanego optymalizacją jej zużycia przez konsumentów, a także obniżenia zapotrzebowania na moc szczytową, co pozwala na ograniczenie wykorzystania najbardziej emisyjnych źródeł wytwórczych używanych głównie w trakcie okresu zapotrzebowania szczytowego.

4.4. Estymacja kosztowa:



W kontekście badań pilotażowych wyróżnia się podstawowe grupy kosztów:

- koszty związane z opracowaniem założeń oraz interpretacją wyników projektów pilotażowych,
- koszty kapitałowe - urządzenia, które dostarczane są uczestnikom
- koszty operacyjne - generowane przez bieżące przygotowanie projektu lub kontakt z klientem
- koszty generowane przez analizę badań przeprowadzonych przez inne podmioty.

Suma kosztów pilotażowych zależy przede wszystkim od zakresów rozwiązań, jakie poddawane są testom, a także liczby uczestników badań, klientów. Przykładowo kosztorys wykonany przez Amerykański Instytut EPRI - Electric Power Research Institute do zastosowania inteligentnych sieci domowych zakładał trójfazowy etap pilotażowy.

1. **Pilotaż aplikacji internetowej** - w którym weryfikowana była skuteczność aplikacji internetowej pozwalającej na porównanie zużycia energii elektrycznej z innymi gospodarstwami domowymi oraz przekazującej informację zwrotną o zużyciu. Zakładał 40 miesięczne testy na grupie 30 tys. uczestników.
Oszacowany koszt przeprowadzenia etapu: **1,6 - 2,53 mln \$**
2. **Wybór interfejsu inteligentnej sieci domowej** - testowanie na różnych grupach trzech wyświetlaczy: prostego, zaawansowanego, a także aplikacji komputerowej. Liczba testujących przez rok uczestników wyniosła 400.
Koszt związany z przeprowadzeniem etapu: **1 - 1,11 mln \$**
3. **Definicja zakresu zbieranych danych** - określenie wpływu udostępnienia informacji u pojedynczych odbiorców na ogólne ograniczenie konsumpcji energii elektrycznej. Test przeprowadzony został na grupie 1,2 tys. uczestników w przeciągu 30 miesięcy.
Koszt przeprowadzenie etapu: **2,95 - 3,08 mln \$**

Koszty wdrożenia

1. Koszty związane z konstrukcją i oprogramowaniem **bramy domowej** umożliwiającej komunikację między licznikiem, a innymi urządzeniami pomiarowymi. Wyróżnia się **podstawowe rodzaje bram**:
 - a) wbudowana w inteligentny licznik lub do niego podłączona - która finansowana jest razem z licznikiem

- b) bramy poza licznikami, komunikujące się poprzez **radio, szerokopasmowo lub poprzez kilka protokołów komunikacji**, w przypadku których wymagane jest poniesienie kolejnych kosztów - zakupu oraz instalacji modułu komunikacyjnego.
2. **Koszty platformy internetowej** - w wielu przypadkach jest ona wdrażana wraz z innymi rozwiązaniami inteligentnych sieci energetycznych, pozwala na dostęp do informacji o szczegółowych danych o konsumpcji energii elektrycznej.
 3. **Koszty modułu komunikacyjnego** wiążące się z zakupem modułu komunikacyjnego podłączonego do licznika AMI, aby przysyłać i odbierać sygnały do urządzeń zlokalizowanych w ramach pojedynczego odbiorcy.
 4. **Koszty przełączników** - tzw. Inteligentnych wtyczek, które pozwalają na automatyczne sterowanie grupą urządzeń zainstalowanych w ramach sieci.
 5. Koszty związane z utrzymaniem i zakupem **dodatkowych systemów IT** - dotyczy dostawców rozwiązań w zakresie wprowadzania aktualizacji i ułatwień dla generowania informacji o popycie.
 6. **Instalacja urządzeń** - dostępne są dwa możliwe sposoby, indywidualnie przez klienta, które nie wiąże się z poniesieniem dodatkowych kosztów, a także przez pracownika firmy - odpłatnie.
 7. **Koszty zarządzania projektem** - koszty stałe, które ponosi się bez względu na ilość i wielkość zamówienia, tj. koszty administracji, zatrudnienia, usług zewnętrznych
 8. **Koszty związane z edukacją strony popytowej** - przekazy reklamowe, dostęp do infolinii, rozwiązania webowe, planowanie i zarządzanie kampanią - głównym celem jest edukacja społeczeństwa w zakresie istoty wdrażania rozwiązań inteligentnych sieci energetycznych oraz przekazywanie korzyści związanych z inicjatywą (ekologicznych, oszczędnościowych).
 9. **Koszty operacyjne** wiążą się głównie z administracją, pobieraniem energii, serwisowaniem. Jest to bieżąca działalność, która realizowana jest już po zainstalowaniu urządzeń wchodzących w skład systemu Ze strony odbiorców koszty te zależą od natężenia eksploatacji urządzeń sieci i wiążą się z opłatami abonamentowymi, opłatami za pomiarowanie, czy też opłatą za pobór energii.

5. Cena

Realizowany w Polsce model regulacyjny ma charakter mieszany, tj. kształtowanie cen energii i usług dostawcy odbywa się w dwóch reżimach: wolnorynkowym oraz prawno-administracyjnym. W pierwszym przypadku, który dotyczy cen energii w gospodarstwach domowych, a także cen usług dystrybucji, opłaty i stawki ustalane są na podstawie taryfy, z kolei w drugim przypadku, dotyczącym cen energii dla pozostałych odbiorców, ceny ustalone są w oparciu o stawki na rynku konkurencyjnym - mogą one być ustalane dowolnie przez przedsiębiorstwa energetyczne, zwolnione przez Prezesa URE z obowiązku przedkładania taryf do zatwierdzenia.

Rysunek 4. CENY PRĄDU W POLSCE (średnia cena 1 kWh w latach 2002-2013)

Rok	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Cena 1kWh energii	0,38	0,40	0,41	0,42	0,44	0,45	0,50	0,53	0,55	0,56	0,57	0,58

Źródło: <http://www.cenapradu.republika.pl/>

Cena energii elektrycznej stale rośnie, co implikuje większe zainteresowanie oszczędnościami związanymi z jej zużyciem wśród jej odbiorców. Jednak cena energii i możliwe oszczędności ze względu na mniejsze jej zużycie muszą być poprzedzone inwestycjami związanymi z instalacją inteligentnych mierników, a także innych elementów sieci energetycznych.

Z wyliczeń firmy SMARTech wynikają następujące koszty eksploatacji smart grids w zależności od metrażu mieszkania:

- 200-250 zł/m² - wariant podstawowy (sterowanie oświetleniem)
- 250-350 zł/m² - wariant typowy (sterowanie oświetleniem i ogrzewaniem/roletami)
- 350-500 zł/m² - wariant komfortowy (sterowanie oświetleniem, ogrzewaniem i roletami/klimatyzacją)
- ponad 500 zł/m² - wariant luksusowy (sterowanie oświetleniem, ogrzewaniem klimatyzacją, roletami +dodatki)

Firma podjęła się także porównania kosztów, z jakimi zmierzyć się musi przeciętny użytkownik sieci smart grid przed zdrożeniem systemu. W tabeli 3 ujęte są koszty, jakie trzeba ponieść w przypadku korzystania z inteligentnych systemów zarządzania budynkiem.

Tabela 3. Ceny instalacji i urządzeń związanych z energetycznym zarządzaniem budynkiem

Urządzenie/usługa	Instalacja zgodna z obecnymi normami w zł	Instalacja SMARTech EIB w zł
projekt systemu i instalacji	5 000	5600
instalacja elektryczna	12000	17000
instalacja TV, tel, PC	3000	3000
rozdzielnicza elektryczna	2000	6000
gniazdka	3000	3000
montaż gniazdek	1000	1000
wyłączniki lamp	1620	6336
montaż wyłączników	360	360
ściemniacze lamp	400	3101
sterowniki rolet	7872	3632
montaż sterowników rolet	320	320
termostaty elektroniczne	3200	w przyciskach EIB
montaż termostatów	160	w przyciskach EIB
przyciski EIB - inteligentnego systemu zarządzania budynkiem		1356
przyciski EIB z termostatem		8320
siłowniki grzewcze	800	2376
zasilacz i uruchomienie EIB		5071
suma	40 732	66 472

Źródło: <http://www.smartech.pl>

W przypadku budynku z instalacją inteligentnego systemu zarządzania koszty łączne są o ponad 25 tys. wyższe, co stanowi wzrost kosztów o ok. 63% w porównaniu z modelem, który jest zgodny z obecnymi normami.

Należy jednak wziąć pod uwagę fakt, iż wraz ze wzrostem zainteresowania, tym samym ze wzrostem popytu - ceny rozwiązań inteligentnych budynków mogą spadać. A także istotne są inne korzyści wynikające ze stosowania tego typu systemów.

6. Podsumowanie

Inteligentne sieci energetyczne są niewątpliwie rozwiązaniem technologicznym, które unicestwia wiele problemów ówczesnego świata. Przede wszystkim należy zwrócić uwagę na kwestie ekologicznego zastosowania technologii smart grids. Dzięki wykorzystaniu urządzeń inteligentnych możliwa będzie większa kontrola nad marnotrawieniem energii. Wiąże się to mocno także z kolejnym ważnym aspektem, rozumianym ze strony finalnego odbiorcy są oszczędności związane ze zmniejszeniem strat energii. Obecnie ogromne ilości energii nie są wykorzystywane w pełni - po wprowadzeniu inteligentnego przesyłu finalni odbiorcy dzięki licznikom typu AMR będą mogli na bieżąco kontrolować zużycie energii, tym samym zmniejszać koszty itp. Coraz więcej uwagi poświęca również bezpieczeństwu zastosowań ISE. Wszystkie dane dotyczące zużycia energii powinny być chronione, do tego też dążą przedstawiciele strony podaźowej owych rozwiązań.

Kluczową rolę w rozwoju inteligentnych sieci energetycznych odgrywają wszelkie regulacje. Docelowo, plany Komisji Europejskiej jest wdrożenie inteligentnych rozwiązań do wszystkich mieszkań w całej Unii Europejskiej. Polska, z racji członkostwa w tym stowarzyszeniu musi spełnić ogólnie nałożone założenia. Niepokojący jest jednak brak zainteresowania oraz poziom wiedzy Polaków dotyczącej ISE. W tej kwestii należałoby powziąć pewne kroki spełniające cele edukacyjne, głównie szkoleniowe, żeby w ogóle społeczeństwo zdało sobie sprawę z korzyści, jakie niosą ze sobą urządzenia ISE.

Oceniając podstawowe elementy rynku ISE w Polsce: podaź, popyt oraz cenę, należy wysnuć tezę, iż rynek inteligentnych sieci energetycznych jest obecnie w fazie początkowej rozwoju. Świadczy o tym fakt, że inteligentne liczniki są wykorzystywane zaledwie u 0,6% podmiotów. Uwzględniając jednak czynniki wynikające z makrootoczenia, należy spodziewać się ogromnego rozwoju. Popyt potencjalny również jest ogromny - ponad 16 mln podmiotów będących potencjalnymi odbiorcami energii w systemie inteligentnych sieci, a także 6 pozycja w Europie w produkcji energii wskazują, iż rozwój ISE może w Polsce być bardzo duży.

Wprowadzenie technologii smart grids niesie za sobą jednak ogromne koszty, liczone w miliardach złotych. Biorąc pod uwagę powyższe czynniki inwestycja w inteligentne sieci energetyczne jest niewątpliwie nieunikniona. Należy jednak spojrzeć na całe przedsięwzięcie z szerszego punktu widzenia: nie tylko ekonomicznego aspektu

wydania ogromnej ilości pieniędzy, ale także z perspektywy ekologii, a także możliwych oszczędności i lepszego spożytkowania energii.

7. Bibliografia

1. Infrastruktura sieci domowej w ramach smart grids: raport ekonomiczny - ATKearney, 2012
2. Infrastruktura sieci domowej w ramach smart grids: raport technologiczny - ATKearney, 2012
3. Infrastruktura sieci domowej w ramach smart grids: raport rynkowy - ATKearney, 2012
4. Infrastruktura sieci domowej w ramach smart grids: raport regulacyjny - ATKearney, 2012
5. Inteligentne sieci energetyczne w praktyce - projekty pilotażowe - Elektro Energetyka, 2008
6. Inteligentne sieci elektroenergetyczne - prof. dr hab. inż. Antoni Cieśla, prezentacja, 2010
7. Źródła generacji rozproszonej - Radosław Szczerbowski, 2011
8. Sieci inteligentne jako czynnik kształtowania sektora energii elektrycznej - Jacek Malko, 2010
9. Inteligentne Systemy Zarządzania Budynkiem - Marek Skoczylas, 2011
10. Wdrożenie inteligentnego opomiarowania w Polsce, Ernest&Young, 2010
11. Mapa drogowa usług związanych z inteligentnymi systemami pomiarowymi dla Polski, 2011