

ANNA PAMUŁA

JOANNA PAPIŃSKA-KACPEREK

Uniwersytet Łódzki

## INTELIgENTNE DOMY I INTELIgENTNE SIECI ENERGETYCZNE JAKO ELEMENTY INFRASTRUKTURY *SMART CITY*

### Wprowadzenie

Celem artykułu jest opis kierunków rozwoju wybranych elementów infrastruktury inteligentnego miasta – inteligentnych budynków i inteligentnych sieci elektroenergetycznych. Szeroko dostępne rozwiązania dla budynków związane z efektywnym i oszczędnym wykorzystaniem zainstalowanych w nich urządzeń oraz rozwój nowego rynku energii uwarunkowany przyjętymi rozwiązaniami legislacyjnymi sprawiły, że są to obecnie bardzo dynamiczne kierunki rozwoju zarówno na świecie, jak i w Europie.

### 1. Inteligentne miasta

Koncepcja cyfrowego miasta definiowana była w latach 90. XX wieku na trzy sposoby<sup>1</sup>. Pierwsza definicja odnosiła się do miast w systemach wirtualnych rzeczywistości tworzonych do współpracy lub w celu „wspólnego grania” (*Twin*

---

<sup>1</sup> P. der Besselaar, M. Tanabe, T. Ishida, *Introduction: Digital Cities Research and Open Issues*, w: *Digital Cities* 2001, s. 1–9.

*World's*). Według kolejnej definicji jest to odzwierciedlenie rzeczywistego miasta w Internecie, oferujące obywatelom wszelkiego rodzaju informacje o mieście, a także możliwości komunikacji i interakcji społecznej (pierwsze projekty w miastach Kioto, Seattle, Amsterdam). Mianem *digital city* określano także miasto z zaawansowaną infrastrukturą informacyjno-komunikacyjną, niezbędną do dogonienia dynamiki globalnej gospodarki albo potrzebną dla ożywienia lokalnej lub regionalnej struktury gospodarczej (np. Urban-net NY).

W literaturze znaleźć można wiele podobnych sformułowań, jak *smart city*, wszechobecne miasto (*ubiquitous city*), kreatywne, czy wreszcie miasto wiedzy. Więcej terminów zebrali T. Nam oraz T. Pardo<sup>2</sup> i pogrupowali je w kategoriach: technika, ludzie i społeczność. W tych właśnie trzech aspektach definiuje się inteligentne miasto, a *smart city* to najczęściej używane dziś sformułowanie. Z punktu widzenia techniki to połączenie infrastruktury fizycznej, informatycznej, socjalnej oraz biznesowej w celu podniesienia zbiorowej inteligencji miasta. Z punktu widzenia mieszkańców – jednostek i społeczności, to miasto, które staje się mądrzejsze, czyli bardziej efektywne, zrównoważone, sprawiedliwe i znośne<sup>3</sup>.

Inteligentne miasto to takie, w którym połączono systemami informatycznymi jego infrastrukturę w celu podniesienia sprawności i funkcjonalności dla mieszkańców.

Na przestrzeni lat zmieniła się miejska infrastruktura. Nadal składa się z wielu systemów: transportu (drogi, mosty, metro, lotniska, porty morskie, transport publiczny), kanalizacji, mediów (gaz, elektryczność, uzdatnianie i dostarczanie wody) oraz budynków publicznych i prywatnych. We wszystkich z nich znaleziono zastosowanie dla systemów informatycznych ułatwiających ich działanie i kontrolę, ale także otwierających nowe możliwości, jak na przykład inteligentne sterowanie sygnalizacją świetlną, inteligentne budynki czy inteligentne sieci energetyczne.

W 2011 roku rozpoczęła się inicjatywa European Initiative on Smart Cities<sup>4</sup>, przewidująca finansowane projektów wdrożenia na skalę całych metropolii, inteligentnych systemów zarządzania budynkami, energią elektryczną i transportem. W przypadku pierwszego celu planuje się między innymi zbudowanie budynków

<sup>2</sup> T. Nam, T. Pardo, *Conceptualizing Smart City with Dimensions of Technology, People and Institution*, 2011.

<sup>3</sup> Natural Resources Defense Council, *What are smarter cities?*, <http://smartercities.nrdc.org/about>.

<sup>4</sup> European Initiative on Smart Cities, <http://setis.ec.europa.eu/about-setis/technology-roadmap/european-initiative-on-smart-cities>.

energooszczędnych (samowystarczalnych) o zerowej emisji dwutlenku węgla oraz remonty co najmniej 50% istniejących budynków mieszkalnych oraz użyteczności publicznej, tak aby zminimalizować w nich zużycie energii. W drugim zadaniu planowane jest wprowadzenie programów dla inteligentnych sieci w miastach, z priorytetowym traktowaniem projektów związanych z lokalnym wytwarzaniem energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych (OZE), inteligentnym pomiarem czy reagowaniem na zmiany popytu.

## 2. Inteligentne domy

W wielu miastach funkcjonują inteligentne budynki i większe kompleksy, jak lotniska, szpitale czy kampusy uniwersyteckie, wyposażone w wiele terminali mobilnych, urządzenia wbudowane, czujniki i elementy wykonawcze. Wykorzystuje się w nich możliwości oferowane przez wszechobecną dziś technikę komputerową, aby zaoferować klientom komfort obsługi i dodatkowe korzyści, co jest możliwe także w budynkach mieszkalnych.

Według definicji European Intelligent Building Group (EIBG) „inteligentny budynek to taki, który maksymalizuje efektywność działań użytkowników go wykorzystujących i pozwala na sprawne zarządzanie zasobami przy minimalnych kosztach eksploatacji”<sup>5</sup>. Inteligentne budynki dzięki optymalizacji czterech podstawowych elementów, czyli: konstrukcji, systemów, usług i zarządzania oraz wzajemnych relacji między nimi, stwarzają efektywne i zoptymalizowane ekonomiczne środowisko dla przebywających w nich ludzi<sup>6</sup>. To zatem cały budynek lub tylko mieszkanie, w którym zintegrowany system sterowania funkcjami technicznymi budynku, czyli BMS (Building Management System), zarządza urządzeniami AGD, systemem alarmowym oraz wszystkimi sterowanymi czynnościami jak oświetlenie czy ogrzewanie. Regulacja może być dokonywana automatycznie lub przez użytkowników za pomocą naściennych paneli, pilotów lub telefonów komórkowych z zainstalowaną specjalną aplikacją. Istnieje zatem możliwość regulacji zdalnej nie tylko w obszarze mieszkania, ale też z zewnątrz, za pomocą urządzenia kontaktującego się z BMS przez Internet lub dzięki wysłaniu wiadomości SMS. System zarządza aktorami i sensorami oraz podłączonymi do niego

<sup>5</sup> D. Winnicka-Jasłowska, *Definicje budynku inteligentnego*, w: *Budynek inteligentny*, t. I, 2010.

<sup>6</sup> Definicja J. Caffrey’a za: A. Ahmed, K. Menzel, J. Ploennigs, B. Cahill, *Aspects of Multi-dimensional Building Performance Data Management*, EG-ICE Berlin 2009.

urządzeniami AGD. Aktory to urządzenia wykonujące polecenia, na przykład przygaszanie lub wyłączenie świateł czy regulacja klimatyzacji. Sprzęt AGD może być traktowany jako szczególny przypadek aktorów i BMS może decydować o ich włączaniu. Sensory zaś to urządzenia zbierające wszelkie informacje o stanie pomieszczeń i urządzeń, mogą to być czujniki temperatury, światła, ruchu oraz regulatory (wspomniane panele i pilot). Do systemu BMS przesyłane są dane zbierane przez sensory i na ich podstawie zlecane jest wykonanie określonych zadań odpowiednim aktorom.

Oprogramowanie i infrastruktura inteligentnego domu umożliwiają komunikację między urządzeniami domowymi. Pralka może wysłać do komputera centralnego komunikat o awarii. Lodówka może sprawdzić swoją zawartość i przygotować spis brakujących produktów. Może też je zamówić w sklepie internetowym, a nawet za nie zapłacić przelewem elektronicznym, o ile ma dostęp do konta bankowego swojego właściciela. System może pamiętać za domownika o podlaniu trawnika czy wyłączeniu żelazka. Może też zapamiętać zachowania domowników i w czasie urlopu symulować ich obecność przez włączanie i wyłączenie świateł czy zasłanianie okien. System może też o odpowiedniej porze otworzyć drzwi serwisowi sprzątającemu, pracownikowi odczytującemu liczniki, choć w niedalekiej przyszłości po wdrożeniu inteligentnego opomiarowania czynność ta może okazać się zbędna. Inteligentne liczniki muszą komunikować się z dostawcą: wysyłają dane o zużyciu, a odbierają informację o bieżącej cenie, dlatego najczęściej są podłączone do Internetu. Inteligentny licznik stanie się kolejnym elementem systemu – będzie dla niego albo następnym sensorem, albo sam będzie współpracować z aktorami i urządzeniami AGD w celu efektywnego zarządzania energią. Wybrane urządzenia, jak pralki czy zmywarki, mogą być wyłączane w szczycie energetycznym, a włączane poza nim.

Na rynku funkcjonują zamknięte i otwarte systemy inteligentnych domów, do których dostosowali swoją ofertę producenci sprzętu AGD. W systemach zamkniętych (firmowych) wszystkie elementy pochodzą od jednego lub grupy współpracujących producentów. Proces realizacji i wdrożenia wykonywany jest także przez producenta lub jego przedstawicieli. Protokół komunikacji między urządzeniami jest tu niejawnym, a oprogramowanie zamknięte, dlatego produkty innych firm nie mogą być wykorzystane w przyszłości, na przykład do rozbudowy funkcjonalności instalacji. Najpopularniejszymi na świecie systemami fir-

mowymi są X10, Teletask, LCN (Local Network Control) czy Dupline. Zaletą systemów firmowych jest bezpieczeństwo, a największą wadą – wysokie koszty.

W systemach otwartych stosowane są standardowe, publicznie ujawnione protokoły komunikacji oraz standardowe media komunikacyjne. Oprogramowanie systemowe i narzędziowe jest powszechnie dostępne, co umożliwia wykorzystanie w instalacjach urządzeń różnych, niezależnych od siebie producentów, a system może być wdrażany przez firmy niezwiązane umową z żadnym producentem. Otwarty system pozwala klientowi na wybór rozwiązań zależnie od jego wymagań i możliwości finansowych. Z najpopularniejszych w Europie otwartym systemem KNX/EIB współpracują urządzenia ponad 100 firm, w tym tak popularne jak Bosch Siemens, ABB, Miele czy Gorenje. W USA najpopularniejszy jest LonWorks, a na całym świecie także Modbus oraz BACnet.

Urządzenia zwykle połączone są za pomocą technik przewodowych – najczęściej jest to magistrala komunikacyjna złożona z dwóch przewodów – komunikacyjnego i zasilającego – o napięciu 8 lub 12 V (KNX/EIB, Teletask, Dupline). W nowych budynkach właściciele mogą ją od razu zainstalować, natomiast w budynku już istniejącym potrzebny jest generalny remont. W wypadku braku innych możliwości wykorzystywane jest połączenie radiowe (RadioBus – odmiana KNX/EIB) lub tradycyjna instalacja 230V, nie tylko do zasilania, ale także do sterowania poszczególnymi urządzeniami (LCN, X10 czy Powernet – odmiana KNX/EIB). W przypadku LonWorks urządzenia mogą komunikować się za pomocą dowolnego medium transportu danych (tradycyjne przewody, Ethernet, kabel koncentryczny, światłowód, magistrala komunikacyjna) lub radiowo.

Obecnie większość nowoczesnych gmachów (biurowców, uczelni, galerii handlowych) to przynajmniej częściowo inteligentne budynki, co wymusza ekonomika działania. Rynek systemów dla budynków mieszkalnych jest dopiero tworzony. Inteligentne domy to dość drogie rozwiązanie i dlatego nie jest bardzo popularne. Analiza zawartości stron firm wdrażających to rozwiązanie pokazuje, że ich reklama, kiedyś ograniczająca się tylko do oferowania podwyższenia komfortu życia oraz bezpieczeństwa mieszkania, coraz częściej dotyczy kwestii oszczędności związanych z możliwością zarządzania energią.

### 3. Inteligentne osiedla

O inteligentnym osiedlu zwykle mówi się w przypadku budowy grupy inteligentnych budynków, od początku wyposażanych w infrastrukturę potrzebną do instalowania systemów BMS lub ich łączenia. Współpraca wielu systemów może przynieść większe oszczędności (np. z kilku OZE) i poprawić bezpieczeństwo. Można bowiem zaplanować inny sposób odczytywania inteligentnych liczników: informacja ze wszystkich może być agregowana w jednym urządzeniu i tylko ono będzie musiało łączyć się z dostawcą energii przez Internet, co podniesie poziom bezpieczeństwa. Pozostałe urządzenia będą korzystać z sieci lokalnej i nie będą wymagały silnych zabezpieczeń.

Inaczej jest w przypadku osiedli już istniejących, gdzie nie ma jednolitej osiedlowej infrastruktury. W latach 90. XX wieku na rynku polskim pojawiły się nowe firmy telekomunikacyjne, ponadto mieszkańcy zauważyli, że oprócz tradycyjnych mediów ważne jest dla nich też połączenie z Internetem, co skutkowało często powstawaniem wielu niezależnych instalacji kablowych.

Operatorzy mediów koniecznych do funkcjonowania mieszkań promują zwykle tylko swoje usługi i docierają indywidualnie do każdego klienta. Zarządzanie jednolitą infrastrukturą teletechniczną umożliwi dostęp do klientów wszystkim zewnętrznym operatorom mediów na równych prawach, co zapewni rozwój infrastruktury i zaoferuje mieszkańcom coraz nowsze oferty. Pozwoli to na swobodny wybór lub zmianę operatorów dostarczanych usług.

Inteligentne osiedle<sup>7</sup> jest jedną z pierwszych w Polsce całościowych opatentowanych koncepcji, przygotowujących kompleksową infrastrukturę osiedlową dla wszystkich systemów telekomunikacyjnych (kablowych i radiowych) niezbędnych we współczesnych osiedlach domów jedno- i wielorodzinnych.

### 4. Inteligentna sieć energetyczna jako element infrastruktury inteligentnego miasta

Idea inteligentnej sieci elektroenergetycznej (Smart Grid – SG) zakłada decentralizację sieci i przyjęcie koncepcji systemu elektroenergetycznego, w którym system stanowi połączenie wielu heterogenicznych systemów o złożonej strukturze powiązań między partnerami rynku energii pełniącymi różne role.

---

<sup>7</sup> *Inteligentne osiedle*, <http://www.master-tel.com.pl/download/IO%20raport.pdf>.

SG musi więc mieć nowe, w stosunku do sieci tradycyjnej, cechy, takie jak: efektywne zarządzanie energią, wysoką elastyczność reagowania na zmieniające się potrzeby klienta, jednakowe prawa dla wszystkich uczestników rynku energii, niezawodność i zapewnienie bezpieczeństwa i jakości dostaw, łatwy i szybki sposób dołączania kolejnych użytkowników, w tym producentów energii ze źródeł odnawialnych.

SG zakłada zmianę roli konsumenta na aktywnego prosumenta, modyfikację jego zachowań związanych z korzystaniem z energii, a co za tym idzie pre dysponuje BMS do roli aktywnego uczestnika rynku energii.

Integracja zarządzania popytem grupy gospodarstw domowych w sieciach inteligentnych wymaga wymiany ogromnej ilości danych i podejmowania na ich podstawie decyzji przez różnych użytkowników systemu. Zarządzanie tak złożonym systemem wymaga kompleksowej struktury ICT. W części dotyczącej zarządzania popytem najważniejszym elementem tej infrastruktury jest zaawansowany system opomiarowania, którego składnikami są inteligentne liczniki, pozwalające użytkownikom na bieżąco monitorować zużycie energii elektrycznej i reagować na proponowane przez dystrybutora energii rozwiązania.

Wdrażanie rozwiązań dla inteligentnych domów to obecnie indywidualna decyzja mieszkańców, a w przypadku inteligentnej sieci – to zadanie na skalę regionu lub całego kraju, bo wiąże się z infrastrukturą istniejącą już na pewnym terenie, nowymi inwestycjami oraz oferowaniem nowych usług zgodnie z wymaganiami prawnymi.

W Europie i na świecie ustanowiono i przeprowadzono wiele projektów związanych z instalacją inteligentnych liczników<sup>8</sup>. Opublikowany w lutym 2011 roku przez grupę projektu The Smart Regions raport analizujący stan zaawansowania działań w zakresie implementacji i wykorzystania inteligentnych urządzeń pomiarowych w Europie<sup>9</sup> stwierdza, że, zgodnie z przyjętymi dyrektywami i III pakietem energetycznym, w większości państw wprowadzono określone rozwiązania legislacyjne, ale wskazuje na duże różnice pomiędzy krajami. Liderami są państwa, w których przyjęto większość odpowiednich uregulowań lub przeprowadzono wiele instalacji pilotażowych prowadzących do takich ure-

<sup>8</sup> A. Pamuła, J. Papińska-Kacperek, *Rozwiązania ICT niezbędne dla skutecznego i bezpiecznego wykorzystania informacji dostępnej dzięki inteligentnemu opomiarowaniu*, w: *Zarządzanie energią i teleinformatyką*, red. H. Kaproń, Kaprint 2011.

<sup>9</sup> S. Renner, M. Albu, H. van Elburg, C. Heinemann, A. Łazicki, L. Penttinen, F. Puente, H. Sæle, *European Smart Metering Landscape Report*, <http://www.smartregions.net/default.asp?SivuID=26927>.

gulowań (Dania, Finlandia, Francja, Irlandia, Włochy, Malta, Holandia, Norwegia, Hiszpania, Szwecja i Wielka Brytania). Niektóre państwa (Niemcy, Czechy, Estonia, Rumunia, Słowenia) wprawdzie jeszcze nie uregulowały całkowicie statusu prawnego związanego ze świadczeniem usług za pośrednictwem inteligentnych urządzeń pomiarowych, ale są liderami rynkowymi ze względu na dużą liczbę wdrożeń instalacji przeprowadzonych z uwagi na wymagania klientów lub oczekiwane efekty synergii. W Portugalii, Belgii i Austrii prowadzone są dyskusje i wdrażane pilotażowe projekty, ale bez ostatecznych decyzji. Litwa, Łotwa, Luksemburg, Słowacja, Bułgaria, Cypr, Grecja, Polska i Węgry to kraje, w których działania legislacyjne dopiero się rozpoczynają, a instalacje inteligentnych urządzeń pomiarowych są w fazie początkowej.

W Polsce, aby sprostać wymogom UE, należy wymienić około 11 mln liczników. Masowa instalacja nowych liczników stanowi ogromne wyzwanie dla spółek energetycznych zarówno w zakresie możliwej w ciągu jednego dnia liczby instalacji, jak i łącznych kosztów. Analiza cen – od 350 zł (oferta dla spółki Energa w lutym 2012 r.) do szacowanego w kalkulacjach Polskiego Towarzystwa Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej 520 zł za punkt dostępowy – wykazuje wzrost kosztów od kilku do nawet około 30%. Firma doradcza Ernst & Young szacuje koszt wdrożenia tych urządzeń w skali kraju na sumę od 7,8 ponad 10,2 mld zł. Koszty te w dużej części zostaną przeniesione na odbiorców końcowych<sup>10</sup>.

Analiza informacji publikowanych przez spółki energetyczne pokazuje, że liderem rynku w instalacji liczników inteligentnych jest Energa Operator, która ustanowiła projekt o wdrożeniu obejmujący prawie 3,1 mln liczników. W latach 2011–2017 planowana jest wymiana około 500 tys. liczników rocznie, a koszt przedsięwzięcia szacowany jest na ponad miliard złotych. Ponadto Energa przygotowała i realizuje projekt zarządzania popytem i generacją rozproszoną<sup>11</sup>. TAURON Polska Energa prowadzi projekty pilotażowe i zakłada objęcie 80% odbiorców inteligentnym opomiarowaniem do 2020 roku. W RWE Stoen przeprowadzono projekt pilotażowy instalacji około 3000 inteligentnych liczników, głównie wśród odbiorców przemysłowych. Energa Pro planuje do końca 2015 roku wyposażenie 20% swoich klientów w nowe urządzenia, Enea Operator prowadzi pilotażowy projekt instalacji około 1000 liczników wśród mieszkańców Poznania i Szczecina, równoległe negocjując rozszerzenie programu. PGE

<sup>10</sup> <http://smart-grids.pl/opinie/180-ernst-young-o-oplaczalnoscici-inteligentnych-licznikow-w-polsce.html>.

<sup>11</sup> Platforma inteligentnego opomiarowania, <http://www.piio.pl>.



wymieniło 54 tys. urządzeń, ale rozwojowym projektem prowadzonym w tej spółce jest program energetyki atomowej.

Instalacja nowych inteligentnych urządzeń i rozwiązań często napotyka na opór użytkowników. Podczas wdrożenia projektu PG&E w USA powstało wiele inicjatyw społecznych zarzucających firmie nieinformowanie o szkodliwości fal radiowych emitowanych przez liczniki. Ponadto klienci, u których zainstalowano liczniki, kierowali do regulatora i Rzecznika Praw Konsumentów skargi dotyczące wzrostu wysokości rachunków po instalacji, aczkolwiek komisja do spraw kontroli przedsiębiorstw energetycznych dokonała kontroli zastosowanych urządzeń, oceniając, że nowe urządzenia jedynie dokładniej mierzą ilość zużytej energii. Firma PG&E jako jeden z wniosków z projektu przyjęła, że przeprowadzona kampania edukacyjna była niewystarczająca i należy skierować większe zasoby na edukację i promocję nowych rozwiązań.

Infrastruktura inteligentnych liczników stanowi jedynie punkt podstawowy pozwalający na wykorzystanie ich funkcjonalności w przyszłych sieciach inteligentnych. Niezbędne są rozwiązania zmierzające do stworzenia nowego rynku energii z szerokim udziałem prosumentów. Wizja nowego rynku energii jest elementem niemal każdej *road* mapy dotyczącej rozwoju SG, jednak struktura tego rynku ani sposób prowadzenia operacji na rynku energii i oczekiwanych korzyści nie są w nich dokładnie zdefiniowane. Badaniami nad optymalnymi rozwiązaniami w tych dziedzinach zajmuje się obecnie wiele instytucji i są one przedmiotem wielu projektów<sup>12</sup>. Jedną z propozycji jest koncepcja stworzona w ramach projektu 7FP Smart Houses/Smart Grid – koncepcja architektury ICT dla inteligentnych domów włączonych w inteligentną sieć<sup>13</sup>. Z kolei projekt Smart Regions<sup>14</sup> koncentruje się na innowacyjnych usługach w zakresie wspierania oszczędności energii i redukcji szczytowego obciążenia (np. rozliczenia z dostawcą, możliwość wysyłania informacji zwrotnych, informacja o aktualnych taryfach). Celem projektu Nobel (Neighbourhood Oriented Brokerage Electricity and monitoring system)<sup>15</sup> jest stworzenie systemu aplikacji do zarządzania energią w obszarze sąsiedzkim. Jako obszar sąsiedztwa w projekcie rozumie się geograficznie zlokalizowaną społeczność (mieszkańców i instytucje) w obrębie miasta, miejscowości, dzielnicy, współdzielącą pewną określoną infrastrukturę

<sup>12</sup> B. Matusiak, A. Pamuła, *Smart Grid Deployment – Current State and Recommendations*, w: *Information Systems in Management XI*, WULS Press, Warszawa 2011.

<sup>13</sup> <http://www.smarthouse-smartgrid.eu>.

<sup>14</sup> <http://www.smartregions.net>.

<sup>15</sup> <http://www.ict-nobel.eu/>.

(w tym wypadku strukturę sieci energetycznej) i korzystającą z usług tego samego dostawcy energii. Według zakładanej przez projekt architektury do zarządzania energią w takiej społeczności będą wykorzystane system kontroli i zarządzania energią (Electricity Monitoring and Control System – nazwany NOEM), pozwalający dostawcy na optymalizację działań oraz aplikacje sieciowe BAF (Broker Age Agent Front-end) świadczące usługi dla prosumentów, którzy za ich pomocą będą wchodzić w interakcję z rynkiem, wykorzystując w tym celu głównie urządzenia mobilne. Aplikacje te mają umożliwić prosumentowi zarządzanie energią własnego domu, interakcje z dostawcą oraz z innymi członkami społeczności. Przewiduje się, że testy pilotażowe rozwiązania zostaną przeprowadzone w 2012 roku w Aligned w Hiszpanii. Oprócz użytkowników indywidualnych jako partner w rynku energii wykorzystany będzie publiczny system oświetlenia. Jednym z pierwszych światowych wdrożeń SG jest SmartGridCity w Boulder w stanie Colorado w USA. Duże firmy informatyczne również przygotowują nowe rozwiązania: SAP bierze udział między innymi w projekcie Smart Houses/Smart Grid, a IBM zaprezentował w lipcu 2011 roku rozwiązanie i platformę o nazwie Multigrid RIDER w instalacji pilotażowej Montpellier.

Większość przyjętych w projektach rozwiązań ICT przyjmuje techniki internetowe z odpowiednimi protokołami zapewniającymi bezpieczeństwo, architekturę usługową (SOA), techniki agentowe, otwarte oprogramowanie oraz przejrzyste interfejsy systemów jako podstawę budowy platform komunikacyjnych uczestników zdecentralizowanego rynku energii. Raport Ernst & Young podkreśla, że w Polsce nie przeprowadzono na wdrożonych instalacjach pilotażowych badań, które wskazałyby, czy i jak polscy klienci będą chcieli zmieniać swoje zachowania. Jak dotąd przyjmuje się założenia z badań rynków europejskich, gdzie zużycie energii na mieszkańca jest kilkakrotnie wyższe i gdzie instalowane urządzenia są bardziej energochłonne (np. klimatyzatory w Europie Południowej czy systemy grzewcze w Europie Północnej)<sup>16</sup>. Polski konsument nie jest informowany o korzyściach, jakie może odnieść po zainstalowaniu inteligentnego opomiarowania i przejściu z pasywnego konsumenta w aktywnego prosumenta. Na stronach dostawców energii można znaleźć informacje na temat energii produkowanej z OZE, ale nie na temat korzyści z rozwiązań inteligentnych. Brakuje także kampanii edukacyjnych i promocyjnych. Jedynie Energa na swojej witrynie proponuje rozwiązania, tak zwane SmartEco, dla domu, firmy osiedla i urzędu.

<sup>16</sup> <http://smart-grids.pl/opinie/180-ernst-young-o-oplacalnoscici-inteligentnych-licznikow-w-polsce.html>.

## Podsumowanie

Inteligentne środowisko miasta może odegrać kluczową rolę w radzeniu sobie z wyzwaniami urbanizacji i być także szansą w zrównoważonym rozwoju, dystrybucji energii, mobilności, usług zdrowotnych lub bezpieczeństwa publicznego. Rozwój infrastruktury *smart cities* jest przedsięwzięciem czaso- i kapitałochłonnym, a sama idea inteligentnych miast jest na tyle nowa, że żadne z obecnych wdrożeń nie może być traktowane jako w pełni działające, obejmujące wszystkie wymieniane w definicjach obszary. Prace pilotażowe dotyczą wprowadzenia inteligentnych systemów logistycznych i racjonalnego wykorzystania zasobów miast i regionów. Projekt realizowany przez lokalne firmy i władze od 2008 roku w Amsterdamie zakłada dochodzenie do zrównoważonego modelu życia, pracy, mobilności i przestrzeni publicznej z udziałem nowoczesnych technik, ale także przez zmianę zachowań uczestników i promocję partnerstwa licznych podmiotów (firm, organizacji np. racjonalnego oświetlenia ulic, efektywnego zarządzania energią, logistyki wywozu odpadów i wykorzystywania wody) dla osiągnięcia wspólnego celu.

Zmiany na rynku energii, a zwłaszcza przyjęte rozwiązania prawne w Europie i na świecie dotyczące inteligentnych liczników, powodują, że obecnie najszybciej rozwija się infrastruktura związana z rozwojem inteligentnych sieci energetycznych. Przeprowadzone wdrożenia pilotażowe w wielu regionach świata są dowodem na zasadność przyjętego kierunku rozwoju, wskazują również na obszary, które należy szczególnie brać pod uwagę przy masowym stosowaniu nowych rozwiązań. Jednym z nich jest opór społeczny przed wdrożeniem inteligentnych urządzeń pomiarowych wynikający z braku wiedzy lub z obawy o bezpieczeństwo (urządzenia te przechowują i przesyłają wiele danych opisujących zwyczaje klienta oraz posiadany sprzęt). W Polsce okres masowej instalacji dopiero się rozpoczyna, gdyż polscy operatorzy oczekują na sfinalizowanie rozwiązań prawnych i stworzenie rozwiązań rynkowych, oczekują również wsparcia finansowego dla tych inwestycji ze strony UE. Rozbudowa i modernizacja infrastruktury miasta, w tym inteligentnych sieci i budynków, jest kluczem do poprawy jakości życia jego obywateli. Pomaga w tym budowanie koncepcji oraz tworzenie aplikacji i usług bardziej świadomego zużycia energii.

**Literatura**

- Ahmed A., Menzel K., Ploennigs J., Cahill B., *Aspects of Multi-dimensional Building Performance Data Management*, w: *Computing in Engineering*, EG-ICE, Berlin 2009.
- van der Besselaar P., Tanabe M., Ishida T., *Introduction: Digital Cities Research and Open Issues*, w: *Digital Cities*, 2001.
- Chourabi H., Nam T., Walker S., Gil-Garcia J.R., Mellouli S., Nahon K., Pardo T., Scholl H.J., *Understanding Smart Cities: An Integrative Framework*, w: *Proceedings of the 45th Hawaii International Conference on System Sciences*, 2012.
- Ernst & Young o opłacalności inteligentnych liczników w Polsce*, <http://smart-grids.pl/opinie/180-ernst-young-o-oplacalnosci-inteligentnych-licznikow-w-polsce.html> (30.03.2012).
- Inteligentne osiedle, <http://www.master-tel.com.pl/download/IO%20raport.pdf> (30.03.2012).
- Matusiak B., Pamuła A., *Smart Grid Deployment – Current State and Recommendations*, w: *Information Systems in Management XI*, WULS Press, Warszawa 2011.
- Nam T., Pardo T.A., *Conceptualizing Smart City with Dimensions of Technology, People, and Institution*, w: *Proceedings of the 12th Annual International Conference on Digital Government Research*, 2011.
- Natural Resources Defense Council. What are smarter cities?*, <http://smartercities.nrdc.org/about>.
- Pamuła A., Papińska-Kacperek J., *Rozwiązania ICT niezbędne dla skutecznego i bezpiecznego wykorzystania informacji dostępnej dzięki inteligentnemu opomiarowaniu*, w: *Zarządzanie Energią i Teleinformatyką*, red. H. Kaproń, Kaprint 2011.
- Platforma inteligentnego opomiarowania*, <http://www.piio.pl> (30.03.2012).
- Renner S., Albu M., van Elburg H., Heinemann C., Łazicki A., Penttinen L., Puente F., Sæle H., (2011) *European Smart Metering Landscape Report*, <http://www.smart-regions.net> (30.03.2012).
- Winnicka-Jasłowska D., *Definicje budynku inteligentnego*, w: *Budynek inteligentny*, t. I, *Potrzeby użytkownika a standard budynku inteligentnego*, red. E. Niezabitowska, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2010.

## **SMART HOMES AND SMART GRID AS A SMART CITY INFRASTRUCTURE**

### **Summary**

Smart city is connecting the physical, the IT, the social, and the business infrastructures to leverage the collective intelligence of the city. It strives to make itself smarter, i.e. more efficient, sustainable, equitable and livable. The purpose of this paper is to present the state of development of the Smart City infrastructure including smart buildings and smart grids as the fastest deployment drivers because of the widely available solutions for buildings relating to the efficient and economical use of equipment installed as well as existing legal framework for new energy market.

**Keywords:** Smart City, Smart House, Smart Grid

*Translated by Anna Pamuła, Joanna Papińska-Kacperek*

