

Iwona Chomiak-Orsa, Paulina Szurant

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

e-mails: iwona.chomiak@ue.wroc.pl; 149046@student.ue.wroc.pl

**TECHNOLOGIE INFORMACYJNO-KOMUNIKACYJNE
W KREOWANIU ROZWIĄZAŃ *SMART CITY***
**INFORMATION-COMMUNICATION TECHNOLOGIES
IN SMART CITY CREATION**

DOI: 10.15611/ie.2015.3.02

Streszczenie: Wykorzystanie technologii informacyjnych jest tak powszechne, że nie ma dziedziny życia, w której nie można wskazać na ich zastosowanie. W ostatnich latach coraz większym zainteresowaniem cieszy się koncepcja *smart city*, będąca odpowiedzią na zwiększające się potrzeby związane z usprawnianiem komunikacji oraz procesów informacyjnych w zarządzaniu miastami. W tym obszarze coraz szersze zastosowanie znajdują nowoczesne rozwiązania informacyjno-komunikacyjne, które urzeczywistniają koncepcję *smart city*. W związku z tym w artykule omówiono główne rozwiązania technologii informacyjno-komunikacyjnych (ICT) stosowane w rozwiązaniach typu „inteligentne miasto” oraz dalsze kierunki i możliwości implementacji ICT w tym obszarze.

Słowa kluczowe: *smart city*, zrównoważony rozwój, technologie informacyjno-komunikacyjne.

Summary: Information-communication technology is so generally used that there is no area of life in which it is not applied. In recent years, the concept of Smart City is getting more and more popular, which is a response to the increasing needs of improving communication and information processes in the management of cities. In this area modern ICT solutions cover wider and wider range, and they implement the concept of Smart City. Thus the article discusses the main solutions of information and communication technologies (ICT) used in Smart City and further directions and possibilities of ICT implementation in this area.

Keywords: Smart City, sustainable development, ICT.

*Nic nie jest tak trudne do rozpoczęcia,
niebezpieczne do przeprowadzenia i nie gwarantujące powodzenia
jak wprowadzanie nowego porządku rzeczy.*

Machiavelli

1. Wstęp

Technologie informacyjno-komunikacyjne współcześnie znajdują zastosowanie we wszystkich dziedzinach życia. Stają się immanentną częścią każdej aktywności, bez względu na to, czy jest ona realizowana w sferze biznesowej, czy prywatnej. Zastosowanie technologii informacyjno-komunikacyjnych (ICT) możemy obserwować zarówno w przedsiębiorstwach, jak i w domu. Wykorzystanie ICT dotyczyć może również środowiska miejskiego, w którym główną determinantą wykorzystania jest optymalizacja funkcjonowania infrastruktury miejskiej.

W związku z tym artykuł poświęcono wskazaniu głównych obszarów i technologii informacyjno-komunikacyjnych, które są aktualnie wykorzystywane w celu optymalizacji funkcjonowania miast, czyli w procesie tworzenia tzw. *smart city*.

2. Rola technologii w kreowaniu *smart city*

Główną determinantą dla tworzenia *smart city* jest permanentny wzrost znaczenia infrastruktury informacyjno-komunikacyjnej we wszystkich procesach urbanizacyjnych [Lombardi i in. 2012a, s. 137-149]. Technologie informacyjno-komunikacyjne odgrywają kluczową rolę w rozwoju miast, determinując równocześnie wzrost znaczenia kapitału społecznego, ekologii czy postęp w obszarze edukacji mieszkańców miast [Komninos 2002; Shapiro 2008, s. 324-335; Deakin 2010, s. 425-446].

Ten rozwijający się obszar zastosowań nowoczesnych rozwiązań ICT przyczynia się do coraz większego zainteresowania nim zarówno w literaturze, jak i w praktyce. W literaturze można znaleźć wiele definicji pojęcia *smart city*, jak również wiele charakterystyk, które opisują to zjawisko [Giffinger i in. 2007; Van Soom 2009, Fusco Girad i in. 2009, s. 111-115]. Reasumując rozważania obejmujące większość podejść, można przyjąć, że inteligentne miasto oznacza scalenie, przez rozwiązania ICT, takich warstw funkcjonowania miasta, jak: gospodarka, środowisko oraz infrastruktura. Podejmując dyskusję na temat rozwiązań typu *smart* w zarządzaniu miastami, Parlament Europejski w raporcie pn. Mapping Smart Cities In the EU z 2014 r. zawiera propozycję, aby pomiar stopnia inteligencji miast wykonywać z perspektywy sześciu kluczowych charakterystyk, które zdefiniowano jako:

1. Inteligentną gospodarkę – w której ocenia się przede wszystkim poziom:
 - a) innowacyjności,
 - b) kreatywności,
 - c) stopień produktywności.

2. Inteligentną infrastrukturę – traktowaną jako stosowane rozwiązana zwiększające mobilność procesów miejskich, w których przede wszystkim uwaga skupiona jest na:

- a) inteligentnych systemach transportu,
- b) cyfryzacji administracji publicznej,
- c) zaawansowanych technologiach komunikacyjnych.

3. Inteligentne środowisko – w którym oceniany jest stopień wykorzystania rozwiązań w zakresie:

- a) optymalizacji zużycia energii,
- b) stopnia wykorzystania odnawialnych źródeł energii,
- c) dążenia do zmniejszenia emisji CO₂ do atmosfery.

4. Stopień świadomości oraz wiedzy mieszkańców miast – oceniany przez pryzmat takich cech, jak:

- a) zdolność do pozyskiwania wiedzy i uczenia się,
- b) zdolność do inicjowania zmian.

5. Wdrażane mechanizmy umożliwiające współzarządzanie – w którym oceniane są takie parametry, jak:

- a) współdziałanie
- b) współpraca.

6. Jakość życia mieszkańców – w którym definiuje się i ocenia takie parametry, jak:

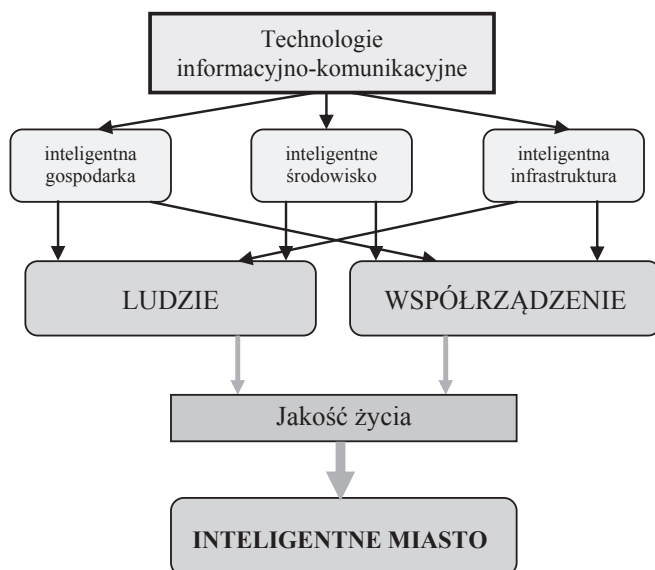
- a) stopień cyfryzacji usług publicznych,
- b) integracja sektora publicznego,
- c) sprawność infrastruktury [*Raport 2014...*].

Mimo wyspecyfikowania głównych perspektyw, którymi charakteryzuje się tzw. *smart city*, nie można ich jednoznacznie zdefiniować czy scharakteryzować. Wynika to z faktu, że odmienne jest postrzeganie najważniejszych aspektów rozwiązań *smart* w zależności od terytorium bądź regionu. Podejścia krajów Europy Zachodniej skupiają się przede wszystkim na aspektach ekologiczno-środowiskowych – czyli na tym, jak wykorzystując nowoczesne rozwiązania technologiczne, można poprawić stan ekologiczny czy zmniejszyć rabunkowe wykorzystanie źródeł energii. Takie ujęcie wynika przede wszystkim z dbałości o poprawę jakości życia mieszkańców miast znajdujących się na bardzo wysokim poziomie urbanizacji. W polskich miastach uwaga skupiona jest aktualnie bardziej na rozwiązaniach poprawiających komunikację i mobilność mieszkańców.

Oczywiście, elementem z jednej strony determinującym kreowanie wymienionych rozwiązań, a z drugiej strony spinającym wszystkie wskazane płaszczyzny są technologie informacyjno-komunikacyjne, które przyczyniają się do zwiększania wydajności infrastruktury, zmniejszania kosztów administracyjnych funkcjonowania miast oraz poprawy jakości świadczonych usług publicznych. To właśnie stopień wykorzystania rozwiązań technologicznych jest wyznacznikiem rozwoju społeczno-gospodarczego kraju, regionu czy miasta.

Graficzne odwzorowanie omówionych warstw oceny stopnia zaawansowania rozwiązań typu *smart city*, wynikające z przeprowadzonych badań literaturowych, przedstawia rys. 1.

Sześć zaprezentowanych ocen stopnia *smart city* ma ścisły związek z teorią zrównoważonego rozwoju obszarów miejskich. Wymienione warstwy oparte są wszak na teorii wzrostu konkurencyjności regionalnej, doskonalenia rozwiązań dotyczących infrastruktury transportu oraz wykorzystanych ICT. Oczywiście, niezwykle istotnymi aspektami są wdrażane rozwiązania i mechanizmy ekonomii, zarządzania zasobami naturalnymi oraz aspekty miękkie funkcjonowania miast, takie jak kapitał ludzki, kapitał społeczny, jakości życia i udział obywateli w zarządzaniu miastami. Szeroko analizowane są rozwiązania z obszaru cyfryzacji administracji – w wielu miastach podejmowane są inwestycje w poprawę komunikacji między interesariuszami urzędów a urzędami administracji publicznej, co się odbywa przez realizację licznych programów rządowych [Florida 2002; Benner 2003, s. 1809-1830; Torres i in. 2005, s. 217-238; Lombardi i in. 2009]. Bardzo znaczący w ocenie poziomu *smart city* jest również stopień rozwoju w ocenianym mieście czy regionie branży z obszaru przemysłów kreatywnych, w których wykorzystanie ICT stanowi podstawę do rozwoju tych branż [Giffinger i in. 2007; Fusco Girad i in. 2009, s. 111-115; Caragliu i in. 2009].



Rys. 1. Wymiary inteligentnego miasta

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Raport 2014..., Sikora-Fernandez 2014; s. 4-7].

Ponieważ problematyka *smart city* staje się coraz częściej poruszana nie tylko w literaturze, ale również w licznych dyskusjach publicznych i staje się przedmiotem praktycznych badań opisujących stopień rozwoju oraz urbanizacji miast i regionów,

zarówno w literaturze, jak i opracowywanych raportach praktycznych można znaleźć jeszcze inne specyfikacje cech, przez pryzmat których mogą być definiowane rozwiązania *smart city*.

Podsumowując rozważania dotyczące znaczenia technologii informacyjno-komunikacyjnych w kreowaniu *smart city*, należy stwierdzić, że istnieje kilka obszarów aktywności, które powinny stanowić podstawę dla rozwoju współczesnych miast [Giffinger i in. 2007]. Natomiast główną determinantą każdej z wymienionych aktywności jest możliwość zastosowania nowoczesnych rozwiązań technicznych i technologicznych z obszaru ICT. W związku z tym omówionych zostanie kilka przykładowych rozwiązań technologicznych, znajdujących najszersze zastosowanie we współczesnych miastach, przyczyniających się tym samym do tworzenia tzw. inteligentnych miast.

3. Przykładowe rozwiązania technologiczne stosowane w inteligentnych miastach

Optymalizacja procesów miejskich – czy to w obszarze komunikacji miejskiej, czy optymalizacji zużycia energii bądź innych mediów niezbędnych do funkcjonowania miasta jako organizacji – wiąże się ze stosowaniem wielu rodzajów czujników, umożliwiających monitorowanie i optymalizację procesów. Toteż w dalszej części tekstu opisanych zostanie kilka przykładów, które stanowią podstawę tworzenia rozwiązań technologicznych inteligentnych miast.

Czujniki są kluczowym elementem każdego inteligentnego systemu sterowania [Hancke i in. 2013]. Procesy zarządzania miastem, które są wspomagane przez systemy sterowania, mają przyczynić się przede wszystkim do mniejszej dewastacji środowiska oraz optymalizacji zużycia zasobów naturalnych. Technologie ICT oferują bardzo szeroki wachlarz czujników, które obejmują coraz większy zakres monitoringu, kontroli, oraz zarządzania dystrybucją i zużyciem zasobów naturalnych.

Postęp technologiczny nie tylko przyczynia się do innowacyjności w zakresie funkcjonowania czujników, ale także umożliwia minimalizację kosztów związaną z bezprzewodowym transferem odczytów związanych z monitoringiem liczników. Jako klasyczny przykład w kontekście tworzenia rozwiązań *smart city* można przytoczyć możliwość zdalnego odczytu parametrów zużycia gazu, energii elektrycznej i wody.

Znane mieszkańcom miast odczyty liczników energii elektrycznej ewoluowały: od procedury ręcznego odczytu licznika mechanicznego aż do zdalnie monitorowanych, których oprogramowanie umożliwia dwukierunkową komunikację z miernikiem. Współczesne rozwiązania ICT w obszarze tworzenia czujników oraz urządzeń pomiarowych wykorzystują już rozwiązania wywodzące się z fizyki półprzewodników oraz nanotechnologii [Ueno i in. 2007, s. 798- 803; Ueno i in. 2011, s. 132-137].

Aktualnie nanotechnologia, mimo że wykorzystywanie jej dotyczy głównie zastosowań biowykrywalnych, w obszarze medycyny, w niedalekiej przyszłości może stać się kluczem do rozwoju MEMS (*Micro Electro-Mechanical Systems*) – mikrosystemów umożliwiających monitorowanie większości aspektów związanych z funkcjonowaniem miasta jako organizacji.

Kolejną grupą rozwiązań z obszaru ICT, które umożliwiają urzeczywistnienie idei *smart city*, jest rozwój narzędzi w kontekście szeroko pojętego Internetu, Internetu rzeczy oraz infrastruktury komunikacji bezprzewodowej 3G oraz LTE [Oprea i in. 2009, s. 597-600]. Wszystkie wymienione rozwiązania umożliwiają komunikację tzw. dalekiego zasięgu, pozwalającą na transfer i wymianę wielkich zasobów informacyjnych między poszczególnymi podmiotami gromadzącymi odczyty z czujników zlokalizowanych na geograficznie rozproszonych urządzeniach. Klasycznym przykładem w tym względzie może być zdalny monitoring urządzeń pomiarowych zainstalowanych na tzw. fermach wiatrakowych. Ponadto infrastruktura komunikacji bezprzewodowej umożliwia dokonywanie zdalnych odczytów nie tylko zużycia interesujących nas mediów. Bardzo ważną funkcjonalnością czujników, która jest coraz częściej wykorzystywana w rozwiązaniach *smart city*, jest możliwość bieżącego monitorowania nie tylko stanu zużycia, ale przede wszystkim bieżącej oceny warunków otoczenia czujników. Jest to o tyle istotne – zwłaszcza w sytuacji monitorowania temperatury otoczenia czy stopnia zaciemnienia, że czujniki, identyfikując spadek lub wzrost temperatury otoczenia, mogą automatycznie spowodować włączenie kotłowni bądź jej wyłączenie. Taka automatyzacja przyczynia się do znacznej oszczędności zużycia zasobów naturalnych.

W przypadku komunikacji krótkiego zasięgu znaczącymi technologiami są RFID i NFC, których zastosowanie jest coraz szersze w obszarze rozwiązań *smart city*. Identyfikacja radiowa RFID wykorzystywana jest w większości systemów komunikacyjnych sieci miejskich i podmiejskich. Najczęściej przytaczane zastosowania w *smart city* to inteligentne przystanki, inteligentne parkingi czy inteligentne systemy oświetlania miasta.

Natomiast technologia NFC umożliwia dwukierunkową wymianę informacji. Można jej używać do wymiany danych między urządzeniami pomiarowymi czy multimediami wykorzystywanymi w obszarach miejskich. Przykłady rzeczywistych zastosowań NFC w ramach inteligentnego miasta to np.:

a) inteligentny pomiar energii – licznik NFC energii elektrycznej umożliwia automatyczny odczyt, przesyłany zarówno do dostawcy energii elektrycznej, jak i użytkownika licznika – ma on możliwość dokonania automatycznej płatności przez zintegrowanie konta zużycia energii z własnym kontem bankowym, z którego jest automatycznie ściągana opłata za rzeczywiste zużycie za rozliczany okres [*Chinese City...*];

b) technologia NFC umożliwia zintegrowanie konta na smartfonie z różnymi systemami sterowania, które są przypisane dla danego użytkownika, a na tej podstawie następuje całkowita integracja przepływu informacji między platformami zarządzającymi zdalnym sterowaniem zarówno pomiarem, zużyciem, jak i płatnościami przypisanymi do danego konta użytkownika [Opperman, Hancke 2011, s. 1-6; Opperman, Hancke 2012, s. 703-706];

c) wykorzystanie rozwiązań NFC w aplikacjach turystycznych, jak również aplikacjach reklamujących zarządzanie miastem w obszarze promowania atrakcji oferowanych przez miasto, takich jak aktualne imprezy organizowane w mieście, trasy wycieczkowe, rozmieszczenie istotnych punktów turystycznych (hoteli, re-

stauracji, muzeów, zabytków itd.) – przez łączenie się z urządzeniami mobilnymi mieszkańców bądź turystów informują one o najbliższych znajdujących się, interesujących miejscach, względem których aktualnie znajduje się użytkownik smartfona [Jaraba i in. 2011, s. 731-742];

d) systemy inteligentnego parkowania – aplikacje mobilne, przez łączenie się z urządzeniami kierowców, po pierwsze informują o dostępnych miejscach parkingowych w określonym przez użytkownika promieniu, po drugie umożliwiają dokonanie zdalnych płatności przez wystawianie cyfrowych biletów parkingowych, które mogą zostać zdalnie ściągnięte z konta bankowego użytkownika parkingu [Benelli 2010, s. 1-6].

Wymienione rozwiązania, których wykorzystanie umożliwia technologia NFC w obszarze cyfryzacji różnych procesów miejskich, uświadamiają, jak bardzo ogólnodostępne staje się użycie nowoczesnych rozwiązań ICT w zakresie tworzenia inteligentnych systemów zarządzania procesami miejskimi.

4. Zakończenie

W artykule zaprezentowane zostały wybrane przykłady zastosowania nowoczesnych rozwiązań ICT w obszarze kreowania inteligentnych miast. Ten kierunek wykorzystania technologii informatycznych stanowi jeden z najprężniej rozwijających się obszarów wdrażania ICT na szeroką skalę pod względem liczby użytkowników, jak i zakresu geograficznego. Artykuł miał na celu wskazanie stopnia, w jakim w życie przeciętnego mieszkańca czy turysty wkraczają rozwiązania ICT tworzące inteligentne miasto.

Oczywiście, idea *smart city* to przede wszystkim dążenie do poszukiwania i wdrażania rozwiązań innowacyjnych, które nie tylko mają wpływ na komfort mieszkańca, ale przede wszystkim mają za cel optymalizować procesy realizowane w miastach i minimalizować zużycie zasobów naturalnych.

Rozwój współczesnych miast może się odbywać tylko przez zwiększenie wykorzystania nowoczesnych rozwiązań innowacyjnych, mogących powstawać jedynie przy współdziałaniu trzech głównych podmiotów umożliwiających kreowanie wiedzy oraz jej komercjalizację i kapitalizację: jednostek badawczych, którymi są uniwersytety, podmiotów przemysłowych oraz agencji rządowych tworzących unormowania prawne odnoszące się do komercjalizacji wiedzy [Ezkowitz 2008; Deakin 2010, s. 425-446; Lombardi i in. 2012a, s. 9-73].

Literatura

- Benelli G., 2010, *An automated payment system for car parks based on near field communication technology*, [w:] *Proceedings of International Conference for Internet Technology and Secured Transactions (ICITST)*, London, 8-11 November.
- Benner C., 2003, *Learning communities in a learning region: The soft infrastructure of crossfirm learning networks*, *Environment and Planning A*, 35.

- Caragliu A., Del Bo C., Nijkamp P., 2009, *March. Smart cities in Europe. Paper presented to the Creating Smarter Cities Conference*, Edinburgh Napier University.
- Chinese City to Get NFC Smart Meters, <http://www.nfcworld.com/2012/06/20/316338/chinese-city-get-nfc-smart-meters/> (19.11.2012).
- Deakin M., 2010, *SCRAN: the smart cities (inter) regional academic network supporting the development of a trans-national comparator for the standardisation of e-government services*, [w:] Reddick C. (red.), *Comparative e-Government: An Examination of e-government Across Countries*, Springer, Berlin.
- Ezkowitz H., 2008, *The Triple Helix: University, Industry and Government*, Routledge, London.
- Florida R., 2002, *The Rise of the Creative Class*, Basic Books, New York.
- Fusco Girad L., Lombardi P., Nijkamp P., 2009, *Creative urban design and development (Special issue)*, International Journal of Services Technology and Management, 13 (2-3).
- Giffinger R., Fertner C., Kramar H., Kalasek R., Pichler-Milanovic N., Meijers E., 2007, *Smart cities ranking of European medium-sized cities*, Centre of Regional Science, Vienna, <http://www.smart-cities.eu> (25.11.2010).
- Hancke G.P., de Carvalho e Silva B., Hancke Jr. G.P., 2013, *The Role of Advanced Sensing in Smart Cities*, Sensors Open, access Journal, doi:10.3390/s130100393.
- Jaraba F., Ruiz I., Nieto M., 2011, *A NFC-based pervasive solution for city touristic surfing*, Pers. Ubiquitous Comput., 15.
- Komninos N., 2002, *Intelligent Cities: Innovation, Knowledge Systems and Digital Spaces*, Spon Press, London.
- Lombardi P., Cooper I., Paskaleva K., Deakin M., 2009, *The challenge of designing user-centric e-services: European dimensions*, [w:] Reddick C. (red.), *Strategies for Local E-Government Adoption and Implementation: Comparative Studies*, PA: Idea Group Publishing, Hershey.
- Lombardi P., Giordano S., Caragliu A., Del Bo C., Deakin M., Nijkamp P., Kourtiti K., Farouh H., 2012a, *An advanced triple-helix network model for smart cities performance*, [w:] Ozge Y. (red.), *Green and Ecological Technologies for Urban Planning: Creating Smart Cities*, PA: IGI Global, Hershey.
- Lombardi P., Giordano S., Farouh H., Yousef W., 2012b, *Modelling the smart city performance*, Routledge, Innovation, The European Journal of Social Science Research, vol. 25, no. 2, June.
- Opperman C., Hancke G.P., 2011, *Using NFC-enabled phones for remote data acquisition and digital control*, [w:] *Proceedings of IEEE AFRICON 2011*, Livingstone, Zambia, 13-15 September.
- Opperman C., Hancke G.P., 2012, *Smartphones as a platform for advanced measurement and processing*, [w:] *Proceedings of 2012 IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC)*, Graz, Austria, 13-16 May.
- Oprea A., Courbat J., Bârsan N., Briand D., Weimar U., de Rooij N., 2009, *Multi sensor platform on plastic foil for environmental monitoring*, Procedia Chem., 1.
- Raport 2014: *Mapping Smart Cities in the EU*, <http://www.europarl.europa.eu/thinktank/pl> (październik 2015).
- Shapiro J.M., 2008, *Smart cities: Quality of life, productivity, and the growth effects of human capital*, The Review of Economics and Statistics, 88 (2).
- Sikora-Fernandez D., 2014, *Smart city – nowy trend w rozwoju miast czy moda na kolejną etykietkę*, Innowacja i Rozwój, nr 4/2014.
- Torres L., Vicente P., Basilio A., 2005, *e-Government developments on delivering public services among EU cities*, Government Information Quarterly, 22.
- Ueno K., Asai T., Amemiya Y., 2011, *Low-power temperature-to-frequency converter consisting of sub-threshold CMOS circuits for integrated smart temperature sensors*, Sens. Actuators A.
- Ueno K., Hirose T., Asai T., Amemiya Y., 2007, *CMOS Smart Sensor for Monitoring the Quality of Perishables*, IEEE J. Solid State Circuits, 2, s. 798-803.
- Van Soom E., 2009, *Measuring levels of supply and demand for e-services and e-government: A toolkit for cities*, Smart Cities Research Brief, no. 3, <http://www.smartcities.info/research-briefs> (25.02.2009).