Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej
Zarządzanie Nr 23 t.1 (2016) s. 36–45
dostępne na: http://www.zim.pcz.pl/znwz

ZNACZENIE TECHNOLOGII INFORMACYJNO-KOMUNIKACYJNYCH W ZRÓWNOWAŻONYM ROZWOJU MIAST

Iwona Chomiak-Orsa

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
Wydział Zarządzania, Informatyki i Finansów

Streszczenie: Koncepcja zrównoważonego rozwoju miast jest odpowiedzią na rosnące potrzeby monitorowania, zarządzania, wspomagania oraz doskonalenia procesów urbanizacyjnych. W przyjętej strategii lizbońskiej technologie informacyjno-komunikacyjne stanowią jeden z kluczowych czynników umożliwiających zrównoważony rozwój współczesnych miast. Zaprezentowane w artykule rozważania mają charakter wniosków syntetyzujących problem na poziomie koncepcyjnym. Opracowane zostały w wyniku analizy raportów oraz analiz dotyczących wdrażania koncepcji zrównoważonego rozwoju oraz koncepcji Smart City publikowanych w literaturze krajowej oraz światowej.

Słowa kluczowe: ICT, Smart City, sieci informacyjne, technologie komunikacyjno-informacyjne, zrównoważony rozwój

DOI: 10.17512/znpcz.2016.3.1.04

Wprowadzenie

Procesy fluktuacji ludności z obszarów o niższym stopniu zasiedlenia do obszarów silnie zurbanizowanych przyczyniają się do poszukiwania rozwiązań oraz koncepcji, które pozwolą sprawnie zarządzać znaczącą progresją skupisk ludności. Stanowi to główną przesłankę dla poszukiwania nowych metod oraz narzędzi umożliwiających sprawne zarządzanie procesami urbanizacyjnymi. W tym obszarze coraz bardziej palącym problemem staje się rabunkowe zużywanie zasobów naturalnych, które jest jednym z efektów braku nadzoru nad procesami urbanizacyjnymi.

Wynikiem powyższych mechanizmów jest poszukiwanie zintegrowanych – inteligentnych rozwiązań w zakresie zarządzania miastami. Szacuje się, że obszary miejskie, które pokrywają zaledwie 4% powierzchni naszej planety, zużywają od 60% do 80% energii (East 2014, s. 36-37). Ze zużyciem ściśle skorelowana jest emisja spalin oraz emisja gazów cieplarnianych. W obszarach miejskich odnotowuje się najwyższy, bo prawie 75-procentowy udział w emisji gazów cieplarnianych, jak również porównywalny procent dotyczący zużycia zasobów naturalnych. Uwzględniając prognozy Programu Narodów Zjednoczonych ds. Osiedli Ludzkich (UN-HABITAT), szacuje się, że do roku 2020 ponad 70% światowej populacji będzie mieszkało na obszarach zurbanizowanych.

Toteż przyszłość ludzkości – możliwość uzyskania odpowiedniej jakości życia możliwa jest tylko poprzez dążenie do tworzenia takich rozwiązań zarządzania procesami urbanizacji, które skupione będą na optymalizacji zużycia zasobów naturalnych.

W tym względzie niezwykle ważną rolę odgrywa rozwój technologii informacyjno-komunikacyjnych, który z jednej strony przyczynia się do lepszego monitorowania zużycia zasobów naturalnych, a z drugiej strony zwiększa odpersonalizowanie oraz automatyzację procesów.

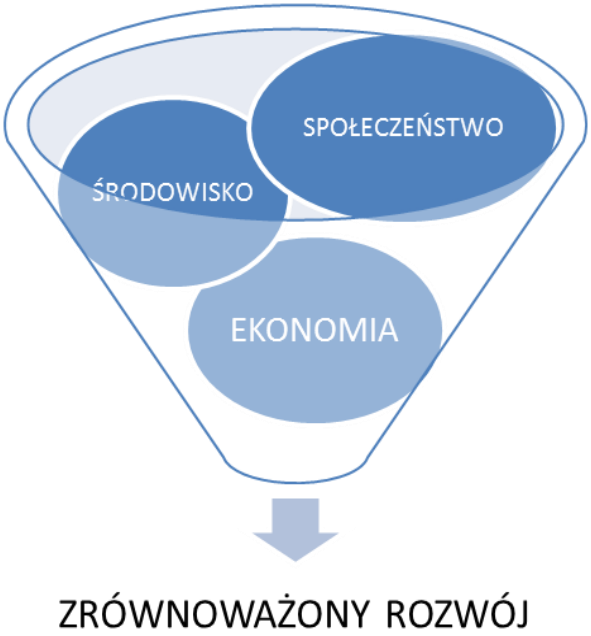
Mając powyższe problemy na uwadze, główną przesłanką artykułu jest omówienie miejsca oraz znaczenia technologii informacyjno-komunikacyjnych w strategii zrównoważonego rozwoju miast. Artykuł zawiera krótką charakterystykę kierunków zrównoważonego rozwoju miast, a na tym tle wskazane zostało znaczenie oraz najczęściej stosowane rozwiązania z zakresu technologii informacyjno-komunikacyjnych.

Koncepcja zrównoważonego rozwoju – determinanta strategii współczesnych miast

Problemy rozwoju i zarządzania miastami nie są tematem nowym. Koncepcja zrównoważonego rozwoju aglomeracji miejskich została wykreowana i zdefiniowana już w latach osiemdziesiątych poprzedniego stulecia. Miała stanowić odpowiedź na identyfikowane zagrożenia będące konsekwencją postępu technologicznego. Pierwotna koncepcja zrównoważonego rozwoju zdefiniowana została przez Światową Komisję ds. Środowiska i Rozwoju (Brundtland 1987) (The World Commission on Environment and Development). Kluczowym wynikiem prac Komisji było zwołanie Szczytu Ziemi w 1992 w Rio de Janeiro.

W dokumentach powstałych w wyniku działalności Komisji, jak również w efekcie kolejnych inicjatyw wynikających z podjętej dyskusji zdefiniowane zostały dalsze kierunki rozwoju. Ustalono, że rozwój ten powinien odbywać się w sposób zrównoważony i opierać się na trzech filarach: środowiskowym, społecznym oraz ekonomicznym (*Rysunek 1*) (Locante 2008).

Obszary warunkujące zaobserwowane mechanizmy i procesy urbanizacyjne muszą stanowić podstawę dla tworzenia strategii współczesnych miast. W odpowiedzi na identyfikowane problemy oraz konieczność doskonalenia procesów urbanizacyjnych powstała koncepcja inteligentnych miast, która zakłada że rozwój urbanizacyjny powinien wynikać z wykorzystania nowoczesnych technologii informacyjno-komunikacyjnych. Zarówno kierunki, jak i zakres obszarów rozwoju powinny być tak zorganizowane, aby równoważyć postęp techniczno-technologiczny z równoczesną dbałością o środowisko oraz komfort życia mieszkańców (Kuder 2013). Austriaccy naukowcy z Vienna University of Technology wyróżnili sześć obszarów kreowania inteligentnego miasta – które są ściśle skorelowane z wymiarami definiowanymi w zrównoważonym rozwoju. Syntetyczne zestawienie głównych wymiarów rozwoju miast zaprezentowane zostało po raz pierwszy w raporcie z 2007 roku zawierającym analizę i opis 70 europejskich miast średniej wielkości (Giffner i in. 2007).



Rysunek 1. Filary zrównoważonego rozwoju

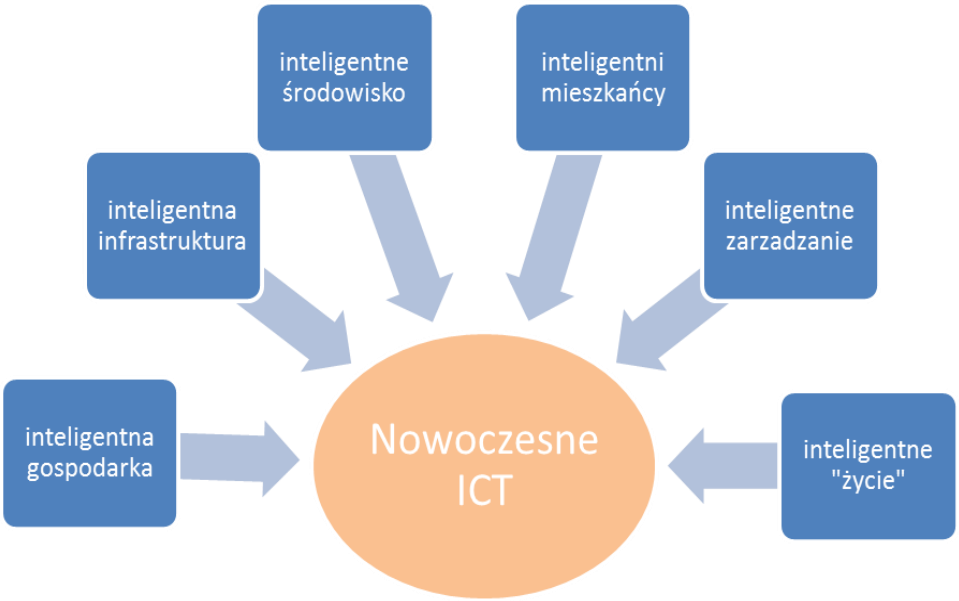
Źródło: Opracowanie własne na podstawie: (Locante 2008)

Podejmując dyskusję na temat rozwiązań typu smart w zarządzaniu miastami, Parlament Europejski w raporcie *Mapping Smart Cities In the EU* (Raport 2014) z 2014 roku zawiera propozycję, aby pomiar stopnia zrównoważonego rozwoju miast wykonywać z perspektywy sześciu kluczowych charakterystyk, które zdefiniowano jako:

1. inteligentną gospodarkę – w której ocenia się przede wszystkim rozwój miast z perspektywy takich parametrów jak innowacyjność wdrażanych rozwiązań w zarządzaniu miastem, kreatywność procesów biznesowych, stopień produktywności dla obszarów wytwórczych;
2. inteligentną infrastrukturę – umożliwiającą zrównoważony rozwój zarówno w obszarze procesów logistycznych związanych z transportem zasobów materialnych, jak i ludzi oraz infrastrukturę techniczno-technologiczną dla realizacji procesów informacyjno-komunikacyjnych;
3. inteligentne środowisko – gdzie oceniany jest stopień wykorzystania nowoczesnych oraz innowacyjnych rozwiązań w zakresie optymalizacji zużycia energii, stopień wykorzystania odnawialnych źródeł energii, dążenie do zmniejszenia emisji CO_2 do atmosfery;
4. stopień świadomości oraz wiedzy mieszkańców miast – oceniany przez pryzmat takich cech jak zdolność do pozyskiwania wiedzy i uczenia się, zdolność do inicjowania zmian zarówno w obszarze procesów biznesowych, jak również świadomości oraz zasad funkcjonowania społecznego;

5. wdrażane mechanizmy umożliwiające współzarządzanie – gdzie oceniane są takie parametry jak zakres wdrożonych procedur oraz rozwiązań umożliwiających ludności miast współdziałanie oraz współpracę z władzami lokalnymi, współtworzenie budżetów miejskich itp.;
6. jakość życia mieszkańców – gdzie bierze się pod uwagę takie mierniki jakości życia jak stopień cyfryzacji usług publicznych, integrację sektora publicznego oraz sprawność infrastruktury dotyczącej przede wszystkim procesów komunikowania oraz informowania społeczeństwa o procesach miejskich.

Zdefiniowane powyżej wymiary stanowią tzw. newralgiczne obszary funkcjonowania miasta, które mogą być kreowane oraz projektowane w kierunku wykorzystania inteligentnych rozwiązań. To, co stanowi wspólny mianownik – dla kreowania rozwiązań inteligentnych – to nowoczesne technologie informacyjno-komunikacyjne (*Rysunek 2*).



Rysunek 2. Nowoczesne ICT jako element łączący kluczowe płaszczyzny koncepcji zrównoważonego rozwoju miast

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: (Sikora-Fernandez 2013, s. 84-87)

Tylko w drodze zastosowania wybranych rozwiązań z zakresu ICT możliwe jest zwiększanie wydajności infrastruktury komunikacyjnej, optymalizacja zużycia mediów dostarczanych mieszkańcom oraz organizacjom funkcjonującym na terenie miast, obniżanie kosztów obsługi administracyjnej czy optymalizacja procesów urbanizacyjnych.

Toteż w dalszej części artykułu wskazanych zostanie kilka nowoczesnych zastosowań z obszaru rozwiązań technologicznych

Rola technologii informacyjno-komunikacyjnych w osiąganiu zrównoważonego rozwoju miast

Postęp technologiczny zdeterminował wzrost znaczenia infrastruktury informacyjno-komunikacyjnej we wszystkich procesach urbanizacyjnych (Lombardia i in. 2012). Współczesne ICT (technologie informacyjno-komunikacyjne) odgrywają kluczową rolę w rozwoju każdej dziedziny życia, w tym również zasad funkcjonowania miast. Zdefiniowane w koncepcji zrównoważonego rozwoju perspektywy oraz kierunki rozwoju miast są w mniejszym lub większym stopniu uzależnione od zakresu oraz stopnia zastosowania nowoczesnych rozwiązań technologicznych. To dzięki zastosowaniu nowoczesnych technologii możliwe jest doskonalenie oraz optymalizacja procesów zużycia zasobów naturalnych, następuje znaczne ułatwienie dostępu do oferty edukacyjnej oraz na znaczeniu przybierają relacje społeczne (Komninos 2002).

Ten rozwijający się obszar zastosowań ICT przyczynia się do coraz większej uwagi, jaka jest skupiana na identyfikowaniu znaczenia postępu technologicznego w zrównoważonym rozwoju. W literaturze coraz częściej poruszane są problemy zrównoważonego rozwoju oraz kierunki tworzenia rozwiązań typu Smart City (Giffinger i in. 2007; Van Soom 2009; Fusco Girad, Lombardi, Nijkamp 2009). Reasumując jednak większość definicji czy podejść, można przyjąć, że inteligentne miasto stanowi konsekwencję postępu technologicznego, która odpowiada idei zrównoważonego rozwoju.

Zaprezentowane sześć płaszczyzn kreowania zrównoważonego rozwoju oparte jest na teorii wzrostu konkurencyjności regionalnej, doskonaleniu rozwiązań dotyczących infrastruktury transportu oraz wykorzystanych narzędziach 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 udziału obywateli w zarządzaniu miastami. Szeroko analizowane są rozwiązania z obszaru cyfryzacji administracji, gdzie w wielu miastach podejmowane są inwestycje w poprawę komunikacji między interesariuszami urzędów a urzędami administracji publicznej poprzez realizacje licznych programów rządowych (Florida 2002). Bardzo znaczący w ocenie poziomu zrównoważonego rozwoju jest poziom funkcjonowania przemysłów kreatywnych, gdzie wykorzystanie ICT stanowi podstawę dla rozwoju tych branż (Giffinger i in. 2007; Fusco Girad, Lombardi, Nijkamp 2009; Caragliu, Del Bo, Nijkamp 2009).

Zdefiniowane wymiary koncepcji zrównoważonego rozwoju, przykłady działań, jakie mogą być realizowane w procesie tworzenia inteligentnych rozwiązań, jak również możliwe do zastosowania technologie zawiera *Tabela 1*.

Zaprezentowane w *Tabeli 1* wymiary koncepcji zrównoważonego rozwoju są wdrażane w miastach z różnym stopniem natężenia. Najczęściej przyjmowana procedura rozpoczyna się od doskonalenia wybranego obszaru, który jest dla konkretnego miasta newralgiczny, a przez to najistotniejszy.

Tabela 1. Przykładowe działania podejmowane oraz stosowane rozwiązania technologiczne w miastach w procesie zrównoważonego rozwoju

Wymiar koncepcji zrównoważonego rozwoju	Przykładowe rozwiązania technologiczne	Przykładowe procesy (działania) realizacyjne
Inteligentna gospodarka – koopetycja zamiast konkurencyjności	Wykorzystywanie innowacyjnych rozwiązań, technologii hi-tech, komercjalizacja wiedzy, transfer technologii z ośrodków akademickich do rozwiązań gospodarczych, gospodarka wiedzy, rozwój organizacji wiedzy itp.	Tworzenie procesów oraz procedur, które umożliwiają konkurencji realizację umów koopetycyjnych. Tworzenie centrów transferu technologii oraz inkubatorów przedsiębiorczości, które umożliwiają współpracę między jednostkami naukowo-badawczymi, przedsiębiorcami a konsumentami.
Inteligentna mobilność – transport oraz ICT	Wdrażanie inteligentnych rozwiązań transportowych oraz komunikacyjnych, optymalizacja ruchu drogowego, bezprzewodowe transfery zbiorów informacyjnych, zdalny monitoring urządzeń pomiarowych itp.	Tworzenie procesów monitorowania ruchu drogowego, rozwój sieci transportu publicznego, wdrażanie rozwiązań hybrydowych w obszarze zasilania urządzeń transportowych, jak również wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w zasilaniu systemu znaków komunikacyjnych.
Inteligentne środowisko – działania proekologiczne	Wdrażanie inteligentnych rozwiązań ICT w obszarze monitorowania zużycia zasobów naturalnych w celu racjonalizacji zarządzania mediami takimi jak energia, woda, gaz; rozwój infrastruktury miejskiej komunikacji, a przez to zmniejszanie emisji spalin itp.	Tworzenie procedur umożliwiających szybszy zwrot z inwestycji w odnawialne źródła energii, jak również doskonalenie procesów recyklingowych.
Inteligentni mieszkańcy – rozwój kapitału społecznego	Prowadzenie działań promujących mechanizmy samouczenia się, tworzenie warunków do nawiązywania współpracy między jednostkami naukowo-badawczymi a przedsiębiorcami, co determinuje transfer technologii oraz know-how do rozwiązań biznesowych itp.	Wdrażanie oraz doskonalenie procedur edukacyjnych wykorzystujących rozwiązania e-learningowe. Wprowadzanie mechanizmów samouczenia oraz doskonalenie ludności miast. Tworzenie systemu aktywizacji edukacyjnej dla grup wykluczonych cyfrowo bądź grup społecznych o obniżonym poziomie dostępu do standardowej oferty edukacyjnej z przyczyn wynikających z przesłanek: finansowych, lokalizacyjnych, wiekowych itd.
Inteligentne warunki życia – podnoszenie jakości życia	Wdrażanie rozwiązań ICT w celu usprawniania procesów publicznych, wykorzystanie rozwiązań informatycznych w obszarach takich jak działalność socjalna, ochrona zdrowia, funkcjonowanie urzędów itp.	Tworzenie procedur zwiększających dostępność usług publicznych dla większego grona mieszkańców, tworzenie rozwiązań typu e-urząd umożliwiających zdalną komunikację z administracją państwową oraz lokalną.
Inteligentne sprawowanie władzy	Wdrażanie systemów ICT w obszarze informowania publicznego, wdrażanie interaktywnych arkuszy internetowych umożliwiających zdalne przesyłanie informacji, formularzy itd.; tworzenie stron internetowych oraz portali społecznościowych dedykowanych dla mieszkańców konkretnej aglomeracji miejskiej.	Kreowanie oraz wdrażanie procedur współzarządzania miastem przez interesariuszy urzędów, wdrażanie tzw. budżetów publicznych zwiększających współudział mieszkańców w podejmowaniu decyzji o rozwoju miejskim itp.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: (Sikora-Fernandez 2013, s. 84-87)

Podsumowując rozważania dotyczące znaczenia technologii informacyjno-komunikacyjnych w zrównoważonym rozwoju, należy stwierdzić, że istnieje kilka obszarów aktywności, które powinny stanowić podstawę dla rozwoju współczesnych miast (Giffinger i in. 2007). Natomiast główną determinantą każdej z powyższych aktywności jest możliwość zastosowania nowoczesnych rozwiązań technicznych i technologicznych z obszaru ICT. Toteż poniżej omówionych zostanie kilka przykładowych rozwiązań technologicznych, które znajdują najszersze zastosowanie we współczesnych miastach – przyczyniając się tym samym do tworzenia tzw. inteligentnych miast.

Wybrane rozwiązania ICT wspomagające zrównoważony rozwój

Optymalizacja procesów miejskich, czy to w obszarze komunikacji miejskiej, czy optymalizacji zużycia energii bądź innych mediów niezbędnych do funkcjonowania miasta jako organizacji, wiąże się z wdrażaniem rozwiązań umożliwiających monitorowanie większości procesów realizowanych w mieście. Aby system monitorowania był sprawny, konieczne jest wdrażanie i wykorzystywanie szeregu zaawansowanych czujników, które umożliwiają zdalne odczyty oraz transfer danych do systemów monitorujących funkcjonowanie miasta. Toteż poniżej opisanych zostanie kilka przykładów, które stanowią podstawę dla tworzenia rozwiązań technologicznych inteligentnych miast.

Czujniki są kluczowym elementem każdego systemu monitorowania oraz sterowania (Hancke, de Carvalho e Silva, Hancke 2012). Coraz częściej używa się pojęcia inteligentnych systemów sterowania, ponieważ coraz większy nacisk kładzie się na aspekt zdalnego sterowania, które ma zoptymalizować zużycie konkretnych mediów. Procesy zarządzania miastem, które są wspomagane przez systemy sterowania, mają przyczynić się przede wszystkim do mniejszej dewastacji środowiska oraz minimalizacji zużycia zasobów naturalnych. Technologie ICT oferują bardzo szeroki wachlarz czujników, które przejmują coraz większy zakres monitoringu, kontroli oraz zarządzania dystrybucją i zużyciem zasobów naturalnych.

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

Znane rzeszom mieszkańców miast odczyty liczników energii elektrycznej ewoluowały: od procedury ręcznego odczytu licznika mechanicznego aż do zdalnego. Taka ewolucja możliwa była tylko w efekcie wdrażania rozwiązań zdalnej transmisji danych między urządzeniami pomiarowymi a systemami gromadzenia oraz analizy danych. Współczesne rozwiązania ICT w obszarze tworzenia czujników oraz urządzeń pomiarowych wykorzystują już rozwiązania wywodzące się z fizyki półprzewodników oraz nanotechnologii (Ueno i in. 2007; Ueno, Asai, Amemiya 2011). Ze względu na wysokie koszty wytworzenia nanotechnologie wykorzystywane były dotychczas głównie do zastosowań biowykrywalnych, w obszarze medycyny. Aktualnie – ponieważ koszty pozyskania tego typu technologii stają się

coraz niższe – prognozuje się, że w niedalekiej przyszłości może stać się kluczem dla rozwoju MEMS (Micro Electro-Mechanical Systems) – mikrosystemów umożliwiających monitorowanie większości aspektów związanych z funkcjonowaniem miasta jako organizacji.

Kolejną grupą rozwiązań z obszaru ICT, które mają znaczący wpływ na kreowanie strategii zrównoważonego rozwoju miast, jest wykorzystanie narzędzi umożliwiających zdalną komunikację. W tej grupie ostatnio najczęściej pojawiają się takie rozwiązania technologiczne jak: Cloud Computing, Internet Rzeczy oraz infrastruktury komunikacji bezprzewodowej 3G oraz LTE (Oprea i in. 2009). Wymienione powyżej rozwiązania dedykowane są przede wszystkim dla komunikacji tzw. dalekiego zasięgu, które pozwalają na transfer oraz wymianę wielkich zasobów informacyjnych. W przypadku systemów monitorowania i odczytu czujników możliwość transferowania dużych zasobów informacyjnych jest niezmiernie istotna. Inną ważną funkcjonalnością, która ma szczególne znaczenie dla wdrażania idei zrównoważonego rozwoju, jest automatyzacja, która optymalizuje dystrybucję i zużycie zasobów naturalnych.

W przypadku komunikacji krótkiego zasięgu znaczącymi technologiami są RFID i NFC. Identyfikacja radiowa RFID wykorzystywana jest w większości systemów komunikacyjnych sieci miejskich oraz podmiejskich. Najczęściej przytaczane zastosowania w miastach to inteligentne przystanki, inteligentne parkingi czy inteligentne systemy oświetlania. Natomiast technologia NFC umożliwia dwukierunkową wymianę informacji, a przez to wykorzystywana jest do wymiany danych między urządzeniami pomiarowymi czy multimediami wykorzystywanymi w obszarach miejskich. Przykłady praktycznych zastosowań NFC we współczesnych miastach to np.:

a) inteligentny pomiar energii – liczniki umożliwiają automatyczny odczyt, transferują dane do dostawcy energii, do odbiorcy oraz automatycznie naliczają opłatę za zużycie (Chinese City 2012).
b) monitorowanie i sterowanie zużyciem mediów z opcjami automatycznego rozliczania płatności za zużycie (Opperman, Hancke 2011).
c) wykorzystanie rozwiązań NFC w aplikacjach turystycznych, informujących mieszkańców o aktualnych imprezach, trasach wycieczkowych, rozmieszczeniu istotnych punktów turystycznych (hoteli, restauracji, muzeów, zabytków itd.), które poprzez łączenie się z urządzeniami mobilnymi mieszkańców bądź turystów informują o najbliżej znajdujących się interesujących miejscach, w stosunku do których aktualnie znajduje się użytkownik smartfonu (Jaraba, Ruiz, Nieto 2011).
d) systemy inteligentnego parkowania czy logistyki pojazdów, gdzie aplikacje mobilne informują kierowców o dostępnych miejscach parkingowych w zadanym promieniu czy umożliwiają dokonanie zdalnych płatności za bilety parkingowe, które mogą zostać ściągnięte z konta bankowego użytkownika parkingu (Benelli 2010).

Wyżej wymienione zastosowania technologii NFC w doskonaleniu procesów miejskich wskazują, jak szerokie możliwości daje wykorzystanie nowoczesnych rozwiązań ICT w zakresie kreowania zrównoważonego rozwoju miast.

Podsumowanie

Strategia zrównoważonego rozwoju miast stała się w ostatnich latach jednym z najczęściej przyjmowanych kierunków doskonalenia procesów urbanizacyjnych. Poszukiwanie rozwiązań, które pozwalają na znajdowanie równowagi – między procesami cywilizacyjnymi a optymalizacją zużycia zasobów naturalnych – stanowi kluczowy problem rozwoju współczesnej cywilizacji. Oczywiście rozwiązania z obszaru ICT nie determinują obniżenia zapotrzebowania na zasoby naturalne, natomiast w znaczący sposób pozwalają na optymalizacje ich zużycia, jak również uzyskanie bardziej efektywnych procedur dystrybucji oraz rozliczania.

Jak wskazał niniejszy artykuł, nowoczesne technologie informacyjno-komunikacyjne stają się z jednej strony determinantą kierunków rozwoju współczesnych miast. Natomiast z drugiej strony stanowią swoistą spoinę będącą elementarnym narzędziem umożliwiającym uzyskiwanie efektów synergii w wyniku korelacji takich płaszczyzn funkcjonowania miast jak środowisko, społeczeństwo oraz mechanizmy ekonomiczne.

Literatura

1. Benelli G. (2010), *An Automated Payment System for Car Parks Based on Near Field Communication Technology*, In Proceedings of International Conference for Internet Technology and Secured Transactions (ICITST), London, 8-11 November.
2. Benner C. (2003), *Learning Communities in a Learning Region: The Soft Infrastructure of Crossfirm Learning Networks*, "Environment and Planning", A, 35.
3. Brundtland G.H. (1987), *Raport Our Common Future*, United Nations, 11 December 1987, http://www.un.org/documents/ga/res/42/ares42-187.htm (dostęp: 31.03.2015).
4. Caragliu A., Del Bo C., Nijkamp P. (2009), *March. Smart Cities in Europe, Paper presented to the Creating Smarter Cities Conference*, Edinburgh Napier University.
5. Clark S. (2012), *Chinese City to Get NFC Smart Meters*, http://www.nfcworld.com/2012/06/20/316338/chinese-city-get-nfc-smart-meters/ (dostęp: 19.11.2012).
6. Deakin M. (2010), *SCRAN: The Smart Cities (Inter) Regional Academic Network Supporting The Development of a Trans-National Comparator for The Standardisation of Egovernment Services*, [w:] Reddick C. (ed.), *Comparative E-Government: an Examination of E-Government Across Countries*, Springer, Berlin.
7. East M. (2014), *Miasta miejscem bitwy o przyszłość zrównoważonego rozwoju*, "Innowacja i Rozwój", nr 4.
8. Florida R. (2002), *The Rise of The Creative Class*, Basic Books, New York.
9. Fusco Girad L., Lombardi P., Nijkamp P. (2009), *Creative Urban Design and Development*, (special issue), "International Journal of Services Technology and Management", Vol. 13(2-3).
10. 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 (SRF), Vienna University of Technology, Vienna, October, http://www.smart-cities.eu (dostęp: 25.10.2010).
11. Hancke G.P., Bruno de Carvalho e Silva, Hancke G.P. Jr. (2012), *The Role of Advanced Sensing in Smart Cities*, "Sensors Open Access Journal", Vol. 13(1), DOI:10.3390/s130100393.
12. Jaraba F., Ruiz I., Nieto M. (2011), *A NFC-Based Pervasive Solution for City Touristic Surfing*, "Personal and Ubiquitous Computing", Vol. 15.
13. Komninos N. (2002), *Intelligent Cities: Innovation, Knowledge Systems and Digital Spaces*, Spon Press, London.

14. Kuder W. (2013), *Smart Cities*, "Eurogospodarka", nr 9.
15. Locante P. (2008), *Towards Sustainability In European Cities Contrasts between the Overall Effects of European Union Policies and Achievements at the Level of Individual Cities*, "ISOCARP – Review 08": Towards Sustainability In European Cities.
16. Lombardi P., Cooper I., Paskaleva K., Deakin M. (2009), *The Challenge of Designing User-centric E-Services: European Dimensions*, [w:] Reddick C. (ed.), *Strategies for Local E-Government Adoption and Implementation: Comparative Studies*, Idea Group Publishing, Hershey.
17. Lombardia P., Giordano S., Farouh H., Yousef W. (2012), *Modelling The Smart City Performance*, "Innovation – The European Journal of Social Science Research", Vol. 25, No. 2, June.
18. Opperman C., Hancke G.P. (2011), *Using NFC-enabled Phones for Remote Data Acquisition and Digital Control*, In Proceedings of IEEE AFRICON 2011, Livingstone, Zambia, 13-15 September.
19. Opperman C., Hancke G.P. (2012), *Smartphones as a Platform for Advanced Measurement and Processing, In Proceedings of 2012 IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC)*, Graz, Austria, 13-16 May.
20. Oprea A., Courbat J., Bârsan N., Briand D., Weimar U., de Rooij N. (2009), *Multi Sensor Platform on Plastic Foil for Environmental Monitoring*, "Procedia Chemistry", Vol. 1.
21. *Raport 2014: Mapping Smart Cities in the EU*, http://www.europarl.europa.eu/thinktank/pl (dostęp: 15.10.2015).
22. Shapiro J.M. (2008), *Smart Cities: Quality of Life, Productivity, and The Growth Effects of Human Capital*, "The Review of Economics and Statistics", Vol. 88(2).
23. Sikora-Fernandez D. (2013), *Koncepcja smart city w założeniach polityki rozwoju miasta – polska perspektywa*, „Acta Universitatis Lodziensis. Folia Oeconomica", nr 290.
24. Soom van 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 (dostęp: 25.08.2016).
25. Torres L., Vicente P., Basilio A. (2005), *E-Government Developments on Delivering Public Services Among EU Cities*, "Government Information Quarterly", Vol. 22.
26. Ueno K., Asai T., Amemiya Y. (2011), *Low-Power Temperature-to-Frequency Converter Consisting of Sub-Threshold CMOS Circuits for Integrated Smart Temperature Sensors*, "Sensors and Actuators A: Physical", Vol. 165(1).
27. Ueno K., Hirose T., Asai T., Amemiya Y. (2007), *CMOS Smart Sensor for Monitoring the Quality of Perishables*, "IEEE Journal of Solid State Circuits", Vol. 2.
28. UN-HABITAT, *For a Better Urban Future*, http://unhabitat.org/urban-themes/energy/ (dostęp: 20.03.2015).

THE IMPORTANCE OF ICT IN THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF CITIES

Abstract: The concept of sustainable urban development is a response to the growing need to monitor, manage, promote, and improve the processes of urban development. The Lisbon Strategy, information and communication technologies constitute one of the key factors for sustainable development of contemporary cities. Presented in the article considerations are proposals synthesizing problem on the conceptual level. Were developed as a result of the analysis of the reports and analysis on the implementation of the concept of sustainable development and Smart City published in the literature and the world.

Keywords: ICT, information networks, Smart City, sustainable development