

# Inteligentna przestrzeń – między smart building a smart city

## Smart space – between a smart building and a smart city

### Streszczenie

Pojęcie *smart city* jest obecnie jednym z bardziej popularnych i chwytliwych haseł związanych z procesem rozwoju tkanki miejskiej. Zjawisko to, pomimo iż dotyczy procesów będących przedmiotem zainteresowań architekta/urbanisty, wykracza poza obszar jego kompetencji. Jest ono przejawem inteligentnej rzeczywistości opartej na cyfrowych sieciach i zachodzących w nich interakcjach. Jej pojawienie się zostało przewidziane pod koniec lat 80. przez dwie koncepcje: wszechobecnego przetwarzania danych i Internetu Rzeczy/Internetu Wszerech. Infrastruktura inteligentnego miasta czy budynku nie jest kolejną „branżą” uczestniczącą w procesie projektowym. To szerokie innowacyjne spojrzenie, narzędzie, które oddziałuje wszechstronnie na różne aspekty struktury miasta, także społeczne.

Cyfrowa rzeczywistość w postaci sieci urządzeń, czujników i aplikacji powiązanych z Internetem stanowi inteligentną przestrzeń, które wpływa na nasze życie i równocześnie umożliwia wpływ na kształtowanie zmian w realnym świecie.

### Abstract

Nowadays, the term ‘smart city’ is one of the most popular and catchy phrases concerning the process of development of the urban tissue. Despite the fact that this phenomenon refers to processes which fall into the scope of interests of an architect / an urban planner, it goes beyond the competence of these professions. It is a manifest of smart reality based on digital networks and interactions that happen within them. Its occurrence was predicted in late 1980s by two concepts: the concept of ubiquitous computing, and the concept of the Internet of Things / Internet of Everything. Infrastructure of an intelligent city or building is not yet another ‘specialty’ taken into account in the course of designing. It is a broad, innovative approach, a tool which exerts a comprehensive influence on different aspects of the urban structure, including the social ones. Digital reality, manifested in networks of devices, sensors, and applications connected to the Internet, constitutes a smart space, which influences our lives, and simultaneously enables us to influence changes in the real world.

Słowa kluczowe: smart city, inteligentna rzeczywistość, sieci, smart building

Keywords: smart city, smart space, networks, smart building

Współczesny świat podlega wielu zjawiskom gospodarczo-społecznym, wiążącym się z rozwojem technologii informacyjnej (ICT). Sieć tworząca logiczne, elastyczne i zintegrowane systemy stała się elementem niezbędnym, wszechobecnym, a jednocześnie pozornie niewidocznym. Obecna w swojej fizycznej formie pod postacią światłowodów, okablowania, nadajników i odbiorników może być postrzegana przez architektów i urbanistów przede wszystkim jako element infrastruktury, kolejny element techniczny wymagający opracowania projektowo-planistycznego. Jest to częściowo prawda, jednakże infrastruktura ICT znaczy o wiele więcej. Jej obecność i działanie buduje nowy typ przestrzeni, w której kumuluje się szereg aktywności społecznych oraz różnego rodzaju usług. Celem artykułu jest wskazanie źródeł i przejawów nowej inteligentnej przestrzeni oraz jej wpływu na środowisko zurbanizowane.

Technologia informacyjna przez swoje szerokie zastosowanie, dostępność i oferowane usługi przyczynia się do zmian

The contemporary world is subject to a number of socioeconomic phenomena, relating to the development of the information and communication technology (ICT). A network forming logical, flexible, and integrated systems has become an indispensable, ubiquitous, and at the same time seemingly invisible element. Physically manifested in optical fibre, wiring, transmitters, and receivers, it can be perceived by architects and urban planners most of all as an element of infrastructure, yet another technical element requiring a designing and urban planning approach. It is partly true; nevertheless, the ICT infrastructure stands for much more. Its presence and operation builds a new type of space, where a number of social activities and different types of services accumulate. The goal of this paper is to define the sources and symptoms of the new smart space, and its effect on the urbanised environment.

Information and communication technology, due to its broad use, accessibility, and the services it

w budownictwie i funkcjonowaniu miast wpływając na sposób życia jego mieszkańców. Obecnie jednymi z bardziej popularnych i chwytliwych haseł, związanych z zastosowaniem ICT w procesie rozwoju, gospodarowania i zarządzania tkanką miejską są pojęcia *smart building* i *smart city*.

*Smart building*, czyli inteligentne budynki to obiekty o wysokiej jakości architektonicznej w których zastosowano szereg wzajemnie skorelowanych systemów zapewniających wydajność, bezpieczeństwo, energooszczędność, rozwiązania proekologiczne<sup>1</sup> zmniejszające długoterminowe koszty utrzymania. Systemy zarządzające budynkiem monitorują jego poszczególne instalacje, kontrolują dostęp i zapewniają ochronę przeciwpożarową oraz antywłamaniową. Głównym celem ich funkcjonowania jest zapewnienie maksymalnego komfortu użytkownika pomieszczeń. Rozmieszczone w budynku czujniki i detektory zbierają dane dotyczące parametrów środowiska obiektu i przekazują je do jednostki centralnej systemu. Zastosowane oprogramowanie sztucznej inteligencji pozwala na automatyczną reakcję budynku. Miarą jego inteligencji jest zdolność i możliwości samodzielnego reagowania systemu informatycznego budynku na różne stany wywołane zmianą czynników wewnętrznych oraz zewnętrznych. W ten sposób system steruje np. oświetleniem, ogrzewaniem, wentylacją i wietrzeniem pomieszczeń, podlewaniem ogrodu, symuluje obecność mieszkańców, dostosowuje się do ich upodobań i potrzeb, a także reaguje na zagrożenia, jak np. pożar czy włamanie. Jednocześnie z uwagi na energooszczędność i możliwość zmniejszenia oddziaływania na środowisko, inteligentne budynki wpisują się też w nurt budownictwa pasywnego i ekologicznego.

Idea *smart city* wywodzi się z pojęcia miasta inteligentnego<sup>2</sup>, w którym wykształcona społeczność, zdolna do uczenia się i wdrażania innowacji wykorzystuje technologie informacyjne i sieci sztucznej inteligencji w różnych aspektach życia. *Smart city* jest strategią zintegrowanego działania na rzecz rozwoju nowego modelu miasta, cechującego się inteligentnym i holistycznym podejściem do planowania, w którym zastosowana infrastruktura, ICT oraz przestrzeń wirtualna odzwierciedlają wybrane aktywności i funkcje miejskie. Wielopłaszczyznowa i zintegrowana platforma *smart city*, funkcjonuje w postaci sieci rozbudowanej infrastruktury ICT powiązanej z wbudowanymi urządzeniami pomiarowymi. W tym kontekście miasto w swej fizycznej postaci staje się przestrzenią wyposażoną w sensory, detektory, czujniki, czytniki i różne urządzenia cyfrowe połączone w sieci. Dzięki systemom zbierającym dane, analizującym je i interpretującym za pomocą licznych aplikacji, możliwa jest poprawa komfortu życia, bezpieczeństwo mieszkańców, a także prognoza potrzeb i zarządzanie miastem. Zbierane dane służą do testowania nowatorskich rozwiązań, umożliwiając zarówno ocenę wpływu technologii na ludzi, jak i reakcję użytkowników na działanie systemów cyfrowych. Poznanie zachowań mieszkańców, jak i udostępnienie im zebranych danych, pozwala realizować różne usługi miejskie np. oświetlenie ulic, wywóz śmieci, transport publiczny i dopasować je do odpowiednich potrzeb użytkowników. Z kolei świadomość mieszkańca dotycząca np. jakości powietrza, dostępności miejsc parkingowych, godziny odjazdu tramwa-

offers, contributes to changes in construction engineering and in the ways in which cities operate, influencing the way of life of their inhabitants. Currently, one of the most popular and catchy phrases relating to the application of ICT in the process of development and management of the urban tissue are the terms *smart building and smart city*.

*Smart buildings* are buildings which exhibit a high architectural value, where a series of mutually correlated systems securing effectiveness, safety, energy-efficiency, pro-eco solutions have been applied<sup>1</sup>, reducing long-term maintenance costs. Building management systems monitor its individual installations, control access to it, and provide it with fire protection and anti-burglary fittings. The main goal of their operation is securing maximum comfort when utilising the building. Sensors and detectors located in different parts of the building collect data pertaining to the parameters of its environment and forward them to the central unit of the system. The artificial intelligence software adopted in them allows for an automatic reaction of the building. The gauge of its intelligence is the option and ability of the IT system of the building to react to different conditions evoked by changes of internal and external factors. This way the system controls e.g. illumination, heating, ventilation and airing of rooms, watering the garden; it simulates residents' presence, it adjusts to their habits and needs, as well as reacts to such threats as fire or burglary. Furthermore, due to their energy-efficiency and the possibility of reducing the environmental impact, intelligent buildings also inscribe in the trend of passive and eco housing.

The concept of *smart city* derives from the notion of an intelligent city: where an educated community, able to learn and implement innovations, makes use of ICT technologies and AI networks in different aspects of life. *Smart city* is a strategy of integrated activities for the benefit of development of a new model of a city, characterised by a smart and holistic approach to planning, where the applied infrastructure, ICT, and virtual space reflect selected urban activities and functions. Multi-faceted and integrated platform of *smart city* operates in the form of a network of extended ICT infrastructure, linked with embedded measuring devices. In this context, a city in its physical form becomes a space equipped with sensors, detectors, pick-ups, readers, and all sorts of digital devices combined in a network. Thanks to systems which collect, analyse, and interpret data via a series of applications, it is possible to improve the comfort of living, residents' safety, as well as to run a forecast of needs and manage the city. The collected data are used to test innovative solutions, enabling to evaluate the effect of technology on people, as well as users' reaction to the operation of digital systems. Recognition of residents' types of behaviour, as well as giving them access to the data collected, allows to provide different municipal services, such as e.g. street illumination, garbage disposal, public transport, and to adjust them to relevant needs of users. On the other hand, residents' awareness of e.g. the quality of air, availability of parking spaces, time-

ju i jego aktualnego położenia, lokalizacji oczekiwanej taksówki czy ilości zużywanej energii, wody, ciepła itp. pozwala mu dostosować swoje zachowanie i aktywności do konkretnych warunków. *Smart city* wykorzystuje cyfrową platformę do partycypacji społecznej, zarządzania infrastrukturą, testowania i wdrażania najnowszych technologii oraz inżynierskich rozwiązań systemowych. Szereg międzynarodowych firm, jak np. CISCO, IBM, Siemens, INTEL, Philips Electronics, ABB, oferuje takie rozwiązania dla *smart city*, w formie zintegrowanych technologii, urządzeń i oprogramowania. Umożliwiają one kompleksowe zarządzanie, monitoring i przesyłanie informacji, a także uczą się *inteligentnie* reagować na sytuacje kryzysowe. Rozwiązania typu *smart* podnoszą bezpieczeństwo, usprawniają życie miasta, promują energooszczędność i wspierają działania na rzecz zrównoważonego rozwoju. Powstaniu tej najbardziej innowacyjnej formy miasta towarzyszy budowa wysokiej jakości środowiska miejskiego, o zwartej strukturze wypełnionej zielenią, zapewniającą atrakcyjne miejsca dla pracy, wypoczynku i interakcji międzyludzkiej. Oba opisywane powyżej zjawiska: *inteligentne budynki* i *smart city* stanowią przejawy istnienia nowego typu przestrzeni, w której żyje współczesny człowiek. Przestrzeń ta, pomimo że jest niewidzialna i oderwana od pojęcia miejsca, silnie wpływa na świat realny. Jej funkcjonowanie opiera się na miliardach urządzeń różnej wielkości, światłowodowych sieciach, bezprzewodowych połączeniach i oprogramowaniu. Urządzenia te podłączone do sieci, zapisują i odbierają dane oraz wchodzą we wzajemne interakcje tworząc inteligentną przestrzeń. Służy ona kontaktom interpersonalnym, komunikacji ze sztuczną inteligencją, relacjom poznawczym, świadczeniu usług, rozrywce i rekreacji. Pojawienie się i rozwój tej przestrzeni, obecnej w zjawiskach z którymi się stykamy, zapoczątkowały dwie wizje: wszechobecnego przetwarzania oraz Internetu Rzeczy (IoT) / Internetu Wszechrzeczy (IoE).

Wszechobecne przetwarzanie (*ubiquitous computing*) to pojęcie, które opisuje funkcjonowanie wielu urządzeń komputerowych w różnych dziedzinach życia. Idea wszechobecnego przetwarzania danych powstała pod koniec lat 80. w Centrum Badawczym Xeroxa w Palo Alto (Xerox PARC) w Dolinie Krzemowej, w związku z pracami nad rozwojem ekranów dotykowych. Wizja komputerów w formie paneli ściennych lub dotykowych urządzeń mobilnych przełamała współczesny stereotyp: jeden użytkownik *versus* komputer stacjonarny i otworzyła dla badaczy PARC koncepcję środowiska, w którym komputery stałyby się wszechobecne, a przez to nieuciążliwe i niewidoczne. Analizując sposoby, w jakich urządzenia mogą być używane w codziennych sytuacjach, naukowcy szukali mechanizmów włączenia ich w tradycyjne czynności życiowe i powiązanie ze światem zewnętrznym przy jednoczesnym odcięciu się od negatywnych aspektów komputera stacjonarnego.

Upowszechnienie i rozprzestrzenienie wszechobecnej komputeryzacji wymagało rozwoju niezbędnej technologii w zakresie produkcji tanich, oszczędnych energetycznie komputerów podręcznych, sieci która łączyłaby je ze sobą i systemu operacyjnego dla implementacji aplikacji. Wszechobecne komputery miały mieć różne wielkości, odpowiednie do

tables of a tram and its current location, location of the expected taxi, or the quantity of the consumed energy, water, heat, etc., allows to adjust their behaviour and activities to specific conditions. *Smart city* makes use of a digital platform of social participation, infrastructure management, testing and implementing the most advanced technologies and systematic engineering solutions. A number of international corporations, such as e.g. CISCO, IBM, Siemens, INTEL, Philips Electronics, ABB, offer such solutions for *smart cities*, in the form of integrated technologies, devices, and software. They allow for comprehensive management, monitoring, and communication, as well as teach how to react to crisis situation in a *smart* way. *Smart* solutions increase safety, improve the life of the city, promote energy-efficiency, and support activities for the benefit of sustainable development. The emergence of this most innovative form of a city is accompanied by the process of building high-quality urban environment, with a compact structure, filled with greenery, providing attractive places for work, pastimes, and interpersonal relations.

Both phenomena described above: *smart buildings and smart cities*, constitute symptoms of the existence of a new type of space, where contemporary man lives. This space, although invisible and detached from the notion of a place, has a strong effect on the real world. Its operation is based on billions of devices in different sizes, optical fibre networks, wireless connections, and software. These devices, connected to the network, record and receive data and interact with each other, creating a smart space. It supports interpersonal contacts, communication with artificial intelligence, cognitive relations, service provision, entertainment, and recreation. The emergence and development of this space, present in the phenomena we come into contact with, gave rise to two visions: ubiquitous computing, and Internet of Things (IoT) / Internet of Everything (IoE).

Ubiquitous computing is a notion which describes the operation of many computerised devices in different walks of life. The concept of ubiquitous computing of data was coined at the end of the 1980s in the Xerox Research Centre in Palo Alto (XEROX PARC) in the Silicon Valley, in connection with works devoted to the development of touchscreens. The vision of computers in the form of wall panels or mobile touch devices broke the contemporary stereotype of one user versus a desktop computer, and opened to PARC researchers a concept of an environment where computers would become ubiquitous, and thus non-burdensome and invisible. Analysing ways in which the devices could be used in the everyday life, scientists were looking for mechanisms of incorporating them in traditional activities and connecting them with the outside world, at the same time cutting off all negative aspects of a desktop computer. Popularisation and dissemination of ubiquitous computerisation required the necessary technology to be developed, in the scope of cheap, energy-efficient hand-held computers, a network which would link them, and an operational system for the

funkcji, jakie miały pełnić<sup>3</sup>. Stąd do programu zbudowano lub przystosowano cztery prototypy o różnej wielkości odpowiadające rozmiarom dzisiejszych wirtualnych tablic (Live Board), tabletów (PARC Pad), smartfonów (PARC Tab) czy pląkietek (Active Badge). Te cztery typy urządzeń wraz elastyczną infrastrukturą obliczeniową rozpoznającą nazwę urządzenia, jego właściciela, lokalizację, położenie, funkcję stworzyły infrastrukturę roboczą do codziennego użytku w PARC. Jednym z przykładów takiego zastosowania było umieszczenie PARC Tabu w sąsiedztwie ekspresu do kawy. Każdy zaparzący świeżą kawę naciskał przycisk urządzenia, które jednocześnie wysyłało tę informację wszystkim pracownikom. Schodzili się oni po napój, co powodowało stałe zgromadzenia wokół ekspresu i przyczyniło się do wielu twórczych dyskusji<sup>4</sup>.

Po wdrożeniu pierwszego eksperymentalnego systemu, jego twórcy zdali sobie sprawę, że w rzeczywistości otwarli nową erę i przeddefiniowali relację między ludźmi, maszyną, pracą, technologią i przestrzenią. Twórca koncepcji Mark Weiser przewidywał wówczas efekty swojego wynalazku: *Wszzechobecne przetwarzanie określa trzecią falę komputeryzacji, która właśnie się zaczyna. W pierwszej epoce dominował mainframe, który użytkowało wielu ludzi. Teraz jesteśmy w erze komputerów osobistych, człowiek i maszyna wpatrują się niepewnie w siebie na pulpicie. Następnie zbliża się wszechobecna komputeryzacja lub też epoka cichej technologii, która stanie się tem dla naszego życia*<sup>5</sup>. Oznaczało to kolejną zmianę w relacji człowiek – maszyna elektroniczna. Rysując tę tendencję, M. Weiser przewidział sytuację, w której jeden człowiek mógłby korzystać i wchodzić w interakcje z wieloma komputerami, co mogło doprowadzić do zmiany stylu życia.

Trzy dekady później żyjemy w wieku wszechobecnego przetwarzania danych. Komputer stacjonarny, laptop, tablet, smartfon, czytnik e-booków, samochodowy komputer pokładowy itp. stanowią szeroki wachlarz urządzeń cyfrowych połączonych w sieć i funkcjonujących w rękach jednego człowieka. Gromadzone przez nie dane, zmieniają styl życia ludzi, wpływają na ich decyzje i sposób działania, otwierając drzwi przed Internetem Rzeczy (IoT). Nazwy tej użył w roku 1999 Kevin Aston z MIT opisując system, w którym wszechobecne czujniki wprowadzają w sieć internetowa szereg danych dotyczących świata fizycznego<sup>6</sup>. Pojęcie to określa wszystkie urządzenia technologiczne, które cechują się zdolnością do wymiany danych z innymi aparatami i systemami informatycznymi, umożliwiając diagnozowanie, monitorowanie, zarządzanie szeroko rozumianą infrastrukturą otoczenia człowieka w zależności od panujących warunków i potrzeb. Równolegle firma CISCO wprowadziła termin Internet Wszecchrzeczy (IoE), rozumiany jako inteligentna sieć łącząca ludzi, procesy, dane oraz przedmioty<sup>7</sup>. Inteligentna, ucząca się i reagująca na zmiany sieć, otwarta i intuicyjnie dostępna a zarazem bezpieczna, odgrywa kluczową rolę w IoE, obsługując miliardy urządzeń i sprawiając, że połączenia są bardziej trafne. Dzięki temu generują one nową wartość przekształcając dane i informacje w realne działania.

W roku 2015 funkcjonowało około 15,4 miliardów urządzeń zainstalowanych w środowisku miejskim i szacuje się, że liczba ta będzie się podwajać w odstępach 5-letnich<sup>8</sup>. Obec-

implementation of applications. Ubiquitous computers were to come in different sizes, corresponding to the functions they were to fulfil<sup>2</sup>. Hence, four prototypes in different sizes were built or adjusted for the purposes of the project, corresponding to the sizes of contemporary virtual boards (Live Board), tablets (PARC Pad), smartphones (PARC Tab), or badges (Active Badge). These four types of devices along with flexible computing infrastructure recognising the name of the device, its owner, location, orientation, function, created an operational infrastructure for the everyday life use in PARC. One of examples of this type of application was placing the PARC Tab in the vicinity of a coffee machine. Each person making fresh coffee pressed a dedicated key on the device, which simultaneously sent relevant information to all workers. They were coming down to get some fresh coffee, which brought about constant gatherings around the coffee machine and contributed to many creative discussions<sup>3</sup>.

Having implemented the first experimental system, its creators realised that in fact they had launched a new era and redefined the relations between people, machines, work, technology, and space. The author of the concept, Mark Weiser, foresaw the effects of his invention: *'Ubiquitous computing names the third wave in computing, just now beginning. First were mainframes, each shared by lots of people. Now we are in the personal computing era, person and machine staring uneasily at each other across the desktop. Next comes ubiquitous computing, or the age of calm technology, when technology recedes into the background of our lives'*<sup>4</sup>. This meant another change in the relationship between man and an electronic machine. Sketching this tendency, M. Weiser foresaw a situation where one person could use and interact with many computers, which could lead to a change of lifestyle.

Three decades later, we live in the era of ubiquitous computing of data. A desktop computer, a laptop, a tablet, a smartphone, an e-book reader, an on-board computer in your car, etc. – they all are a broad array of digital devices linked in a network and operating in the hands of one person. The data they collect change people's lifestyles, influence their decisions and methods, opening the door before the Internet of Things (IoT). This name was used in 1999 by Kevin Aston from MIT to describe a system where ubiquitous sensors introduce to the network a series of data referring to the physical world<sup>5</sup>. This term refers to all technological devices capable of data exchange with other appliances and IT systems, enabling to diagnose, monitor, manage broadly understood infrastructure of man's environment, depending on the prevailing conditions and needs. Simultaneously, CISCO introduced the term Internet of Everything (IoE), understood as an intelligent network linking people, processes, data, and objects<sup>6</sup>. An intelligent network, learning and responding to changes, open and intuitively accessible, and safe at the same time, plays a key role in IoE, supporting billions of devices and increasing the accuracy of connections. Thanks to this, they generate a new value, transforming data and information into actual operations.

nie istnieje w skali globalnej kilka miast, o rozwiniętej inteligentnej przestrzeni, naszpikowanej urządzeniami cyfrowymi i zaawansowanymi technologiami. Najbardziej znanym przykładem *smart city* jest budowane od początku XXI wieku, Songdo City w Incheon w Korei, *ubiquitous city*, zaprojektowane przez Kohn Petersen Fox jako jedno z głównych węzłów globalnej gospodarki. Ośrodek o powierzchni 600 ha, w większości już zbudowany i stopniowo zaludniany, ma zostać ukończony w roku 2020. Przestrzeń tego najbardziej nowoczesnego miasta świata cechuje się obecnością milionów sensorów oraz technologii informatycznych. Rozwiązania systemowe firmy Cisco umożliwiają centralne zarządzanie dostawą, utylizacją, transportem i zasobami energii, oszczędzanie wody pitnej, automatyczną segregację odpadów i ich recykling, monitoring i kierowanie ruchem ulicznym, a także indywidualne sterowanie wszystkimi instalacjami w budynkach czy mieszkaniach. Obecnie testowane są systemy telewizyjnej video-komunikacji pomiędzy mieszkańcami, umożliwiające zdalny kontakt i kształcenie. Zlokalizowane w Songdo Centrum Innowacji Cisco opracowuje kolejne udogodnienia w zakresie opieki zdrowotnej, produkcji i transportu. Oddziałem Centrum Innowacji jest IoT Cube elegancki szklany pawilon usytuowany w jednej z handlowych ulic miasta. Laboratorium gromadzi dane w czasie rzeczywistym, analizuje i zbiera opinie mieszkańców Songdo, co umożliwia wdrażanie i testowanie różnych rozwiązań i innowacyjnych technologii w mieście. To miejsce stanowi styk dwóch płaszczyzn – realnego miasta i jego inteligentnej przestrzeni, w której napływ informacji pozwala na znalezienia najlepszych rozwiązań dla potrzeb społeczności i środowiska. Równolegle tej rozwiniętej cyfrowej przestrzeni towarzyszy realna struktura miejska o wysokiej jakości środowiska. Centrum miasta stanowi ogromny 40-hektarowy park z kanałami, otoczony wysoką zabudową usługową i biurową. Z parku wychodzi 26 km tras rowerowych prowadzonych w zieleń do dzielnic mieszkaniowych wyposażonych w usługi lokalne i tereny rekreacyjne. Z kolei w Hiszpanii w latach 2010-2013 w uzdrowiskowo – turystycznym mieście Santander prowadzono Projekt SmartSantander, finansowany z funduszy strukturalnych UE, który służył budowie pierwszego eksperymentalnego laboratorium dla kluczowych technologii, usług i aplikacji internetowych. W centrum miasta rozmieszczono ponad 12 tysięcy mikrosensorów połączonych w sieć. Czujniki te stale monitorują parametry klimatyczno-środowiskowe, zanieczyszczenie powietrza, natężenie ruchu samochodowego, dostępność miejsc parkingowych, nawodnienie terenów zieleni, oświetlenie ulic, liczbę śmieci w kontenerach oraz poziom zatłoczenia ulic. Dane trafiają zarówno do władz miejskich, pozwalając na optymalizację działań w zakresie zużycia energii, częstotliwości wywozu śmieci czy podlewania zieleni miejskiej, jak i za pośrednictwem licznych aplikacji do mieszkańców i turystów, informując w czasie rzeczywistym o stanie plaż, ruchu na drogach, prognozie pogody, rozkładzie komunikacji publicznej i aktualnych wydarzeniach. Obecność inteligentnej przestrzeni pozwala lepiej zrozumieć dynamikę i życie miasta, podnosi jego atrakcyjność oraz ułatwia użytkownikom i turystom korzystanie z jego realnej przestrzeni.

In 2015 there were ca. 15.4 billion devices installed and operating in the urban environment and it is estimated that this number will double every 5 years<sup>7</sup>. Today, there are several cities with well-developed smart space in the global scale, full of digital devices and advanced technologies. The best known example of a *smart city* is Songdo City in Incheon, Korea, built since the beginning of the 21<sup>st</sup> century, a *ubiquitous city*, designed by Kohn Petersen Fox as one of the main hubs of the global economy. The city of the surface area of 600 ha, mostly already erected and gradually populated, is to be completed in 2020. The space of this most advanced city of the world is characterised by the presence of millions of sensors and IT technologies. Systematic solutions manufactured by CISCO allow for central management of the supply and use of transport and energy resources, saving potable water, automatic waste segregation and recycling, traffic monitoring and management, as well as individual control of all installations in buildings and apartments. Currently, systems of video TV communication between residents are tested so as to enable remote contact and learning. Cisco Innovation Centre located in Songdo is developing other improvements in the scope of healthcare, production, and transport. IoT Cube, an elegant glass pavilion located along one of the shopping streets of the city, is a branch of the Innovation Centre. The lab collects data in real time and analyses and collects opinions of Songdo residents, which allows to implement and test different solutions and innovative technologies in the city. This place is a contact point of two planes – a real city and its smart space, where the inflow of information allows to find the best solutions for the needs of the local community and the environment. At the same time, this well-developed digital space is accompanied by a real urban structure with high-quality environment. The city centre is occupied by a 40 ha park with canals, surrounded by tall service and office buildings. 26 km of cycling lanes originate from the park and lead across green areas to residential districts, furnished with local services and recreational areas.

In Spain, on the other hand, in the years 2010-2013 in a spa and tourist resort Santander, the SmartSantander Project was implemented, financed from structural funds of the European Union, which aimed at the construction of the first experimental laboratory for key technologies, services, and Internet applications. Over 12 thousand micro-sensors combined in a network were installed in the city centre. These sensors constantly monitor climatic and environmental parameters, air pollution, traffic intensity, accessibility of parking spaces, irrigation of green areas, illumination of streets, quantity of waste in waste bins, and the level of overcrowding of streets. The data reach the city authorities, allowing to optimise operations relating to energy consumption, the frequency of waste disposal, or of watering of the municipal greenery, as well as via a number of applications addressed to city residents and tourists, communicating in real time the condition of beaches, traffic, weather forecasts, public transport timetables,

W środowisku miejskim *smart city*, czujniki są instalowane zarówno w częściach budynków (elewacje, podłogi), elementach małej architektury (kosze na śmieci, lampy uliczne), w sieciach infrastruktury miejskiej (światła drogowe, wagony komunikacji miejskiej, sieci wodociągowe, kanalizacyjne, elektryczne itp.). Dostarczane przez czujniki informacje, dostępne publicznie poprawiają komfort mieszkańców, a ich analiza staje się podstawą do działań władz i służb miejskich, rozwoju nowoczesnych aplikacji czy wzrostu postawy obywatelskiej.

Opisane wyżej postawy można zauważyć w Krakowie, w którym od kilku lat realizuje się projekty *smart city*, wdrażany przez Krakowski Park Technologiczny, Urząd Miasta Krakowa i Województwo Małopolskie. W ramach strategii SMART KOM<sup>9</sup> opracowano program wdrażania inteligentnych rozwiązań oraz zrealizowano dwa programy pilotażowe: aplikacje mobilną prezentującą szereg innych aplikacji funkcjonujących w Krakowie oraz minipark–modułowy element małej architektury funkcjonujący jako miejsce rekreacji i wypoczynku oraz wprowadzający zieleni w przestrzeń publiczną miasta. Rozwojowi idei *smart city* w Krakowie towarzyszy szereg spotkań i warsztatów służących poszerzeniu wiedzy, poszukiwaniu pomysłów, i rozwiązań w celu wypracowania nowych inteligentnych „produktów”. Od 2011 wdraża się na obszarze całego miasta program firmy Siemens sterujący i zarządzający ruchem tramwajowym<sup>10</sup>. Program składa się z dwóch elementów: Obszarowego Systemu Sterowania Ruchu, zarządzającego sygnalizacją świetlną oraz Systemu Nadzoru Ruchu Tramwajowego, monitorującego tramwaje i przekazującego dane na tablice przystankowe. Oba systemy umożliwiają punktualny ruch tramwajów dzięki automatycznemu sterowaniu sygnalizacją świetlną oraz informacją o ruchu tramwajów w czasie rzeczywistym, wyświetlaną na przystankach. Analiza tych danych i zarejestrowane w systemie opóźnienia przyczyniają się do reakcji służb miejskich i poszukiwania sposobu rozwiązania niedogodności. Przykładem takiego działania zwrotnego jest założenie separatorów ruchu na ulicy Kalwaryjskiej oddzielających ruch samochodowy od torów tramwajowych z uwagi na wysoką liczbę (ponad 80%) opóźnionych kursów. Ruch ten spowodował znaczną poprawę płynności przejazdów do poziomu około 62–76 % punktualnych kursów<sup>11</sup>. Z kolei otwarty dostęp do danych z Systemu Nadzoru Ruchu Transportowego umożliwił niezależnym programistom opracowanie aplikacji mapowej przeznaczonej na urządzenia cyfrowe wyświetlającej w czasie rzeczywistym aktualne położenie tramwajów<sup>12</sup>. Drugim elementem, który mocno wpłynął na życie mieszkańców i pobudzenie ich obywatelskiej postawy jest punktowy monitoring zanieczyszczenia powietrza prowadzony przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie. Dane spływające zaledwie z kilku stacji, nie odzwierciedlają dokładnie stanu środowiska w mieście, ale ich udostępnienie poprzez strony internetowe i aplikacje<sup>13</sup> uświadamiają dramatyczny poziom skażenia powietrza. Te dane wpłynęły nie tylko na podejmowane przez mieszkańców jednostkowe działania jak ograniczenie aktywności fizycznej czy noszenie masek antysmogowych, ale także przyczyniły się do powstania ruchu społecznego Krakowski Alarm Smogowy.

and current events. The presence of smart space allows to better understand the dynamics and life of the city, improves its attractiveness, and makes it easier for users and tourists to use its actual space. In the urban environment of a *smart city* sensors are installed in parts of buildings (on elevations, floors), on elements of street furniture (waste bins, lamp posts), in municipal infrastructure networks (traffic lights, public transport cars, water supply pipelines, sewage systems, electric installations, etc.). Information provided by these sensors accessible to the public improves residents' comfort, and its analysis becomes the foundation for operations of the municipal authorities and municipal services, the development of advanced applications, or the growth of the civic attitude.

The approach described above can be observed in Cracow, where for the past few years *smart city* projects have been conducted, implemented by the Cracow Technology Park, the Cracow City Hall, and Małopolskie Province. Within the scheme of the SMART KOM strategy<sup>8</sup> an agenda of implementation of smart solutions has been developed and two pilot projects have been carried out: a mobile application presenting a number of other applications operating in Cracow, and a minipark – a module element of street furniture that functions as a place of recreation and pastimes and introduces greenery in the public space of the city. The development of the concept of a smart city in Cracow is accompanied by a series of meetings and workshops aimed to broaden the knowledge and to look for ideas and solutions in order to develop new smart 'products'. Since 2011 the programme of Siemens controlling and managing the tram traffic has been implemented within the area of the entire city<sup>9</sup>. The programme consists of two elements: the Area Traffic Control System, managing the traffic lights, and the Tram Traffic Supervision System, monitoring trams and forwarding data to tram stop electronic displays. Both systems enable the timely movement of trams thanks to automatic control of the traffic lights and information on the tram traffic in real time, displayed at tram stops. Analyses of these data and delays registered in the system contribute to the reactions of municipal services and stimulate the search of ways to solve any inconvenience that might arise. An example of such a feedback is the installation of traffic separators in Kalwaryjska street, separating car traffic from the tramway due to a considerable share of delays (80% of all rides). This measure has caused a considerable improvement in the tram traffic fluency to the level of 62-76% of timely rides<sup>10</sup>. On the other hand, access to the data from the Transport Traffic Supervision System has enabled independent programmers to develop a map application intended for digital devices, displaying the current location of trams in real time<sup>11</sup>. The second element that has had a strong effect on residents' lives and stimulated their civil attitudes is the point monitoring of air pollution, carried out by the Provincial Environmental Protection Inspectorate in Cracow. Data flowing from only several stations do not reflect accurately the condition of the environment

Ruch ten prowadzi kampanie uświadamiające wagę problemu oraz realne działania mające na celu ograniczenia emisji. Efektem jego akcji oraz permanentnego nacisku na władze samorządowe jest uchwalenie przepisów antysmogowych w mieście i województwie.

Komputer powoli przestaje być meblem stojącym w konkretnym miejscu w zorganizowanej przestrzeni domu czy biura. Staje się jednym z najbardziej niezbędnych przedmiotów życia codziennego, noszonym w torebce, kieszeni w stałej dostępności, w zasięgu ręki. Właściciel smartfona, pomimo iż często nie zdaje sobie z tego sprawy, jest silnie przywiązany do swojego urządzenia. Służy ono nie tylko jako środek komunikacji, ale pozwala sprawdzić pogodę, zanieczyszczenie powietrza, informuje nachalnie o zawartości skrzynki mailowej, komentarzach i wydarzeniach w portalach społecznościowych, przypomina o zaplanowanych spotkaniach, umożliwia sprawdzenie rozkładu jazdy i kupno biletu w komunikacji publicznej, informuje gdzie w danej chwili znajduje się oczekiwany tramwaj czy zamawiana taksówka, realizuje płatności, umożliwia zakupy, ułatwia zarządzanie infrastrukturą domu, liczy spalone kalorie, podsumowuje całodzienną aktywność fizyczną, wysyła nagrody i napomnienia, dostarcza rozrywki i wiedzy. Słowem podłączony do sieci stale dostarcza swojemu użytkownikowi szeregu danych, które nie zawsze potrzebne, wpływają na jego stan wiedzy, samopoczucie, czy podejmowane czynności. Jednocześnie urządzenie gromadzi i wysyła do sieci szczegółowe dane o swoim użytkowniku, jego zainteresowaniach, miejscach które odwiedza, czytanych stronach internetowych, trasach po których się porusza itp. co niesie za sobą zagrożenie utraty prywatności, możliwości kontroli z czego człowiek nie zawsze zdaje sobie sprawę czy pamięta. Te dane posiadają dużą wartość i w niepowołanych rękach mogą stać się niebezpieczne.

Inteligentna rzeczywistość, niewidzialna moc obliczeniowa, tworzy równoległą przestrzeń, która pomimo swej niematerialności wpływa na nasze zwyczaje, zachowania i zmienia strukturę w której mieszkamy i żyjemy – czyli nasze domy i miasta. Stają się one hybrydą o dualnej strukturze, łączącą fizyczną realną strukturę z inteligentną przestrzenią wzbogacającą jego funkcje. Dualizm strukturalny miasta – fizyczny i wirtualny, szczególnie w dużych ośrodkach, coraz częściej wzajemnie się uzupełnia i przeplata, wpływając na zmianę rozumienia przestrzeni, czasu, styl życia miasta i jego mieszkańców. Procesy zapoczątkowane w formie pionierskich rozwiązań w realizacjach *smart city* powoli będą się rozprzestrzeniać i obejmować swym zasięgiem coraz większą liczbę miast. Nasza przyszłość będzie się rozgrywać w inteligentnej przestrzeni.

#### PRZYPISY:

<sup>1</sup> W londyńskim budynku Crystal (2012) zastosowano technologię firmy Siemens tworząc ekologiczne centrum wiedzy i nauki, prezentujące futurystyczną wizję miast oraz technologie zrównoważonego rozwoju. Obiekt zasilany wyłącznie energią słoneczną, ogrzewany pompami ciepłymi, z efektywną gospodarką wodną i recyklingiem odpadów, cechuje się wysokimi standardami ekologicznymi (akredytacja LEED i BREEAM) a jednocześnie wysokim stopniem automatyzacji (systemy BMS i KNX).

<sup>2</sup> Polskie wyrażenie *miasto inteligentne* ma w języku angielskim dwa odpowiedniki *intelligent city* i *smart city* opisujące dwie odmienne koncepcje współczesnego

in the city; nevertheless, when rendered available via websites and applications<sup>12</sup> they alert about the dramatic level of air contamination. These data have influenced not only residents' one-off actions, such as limiting their physical activity, or wearing anti-smog masks, but they also contributed to the establishment of a social movement called Cracow Smog Alert. The movement organises campaigns highlighting the importance of the problem and implements measures aiming to limit emissions. The effect of its work and its permanent pressure on the local governmental authorities is the fact of resolving anti-smog regulations in the city and the province.

Computer gradually ceases to be a piece of furniture located in a specific place in an organised home or office space. It is becoming one of the most important elements of the everyday life, carried in a handbag, a pocket, constantly accessible, constantly at hand. An owner of a smartphone, although he /she may not even realise it, is strongly attached to his / her device. It is used not only as a means of communication, but it also enables to check the weather forecast, air pollution; it informs importunately about the contents of the mailbox, comments and events in the social media; it reminds about planned meetings; it enables to check the timetable and buy a ticket for public transport; it informs where the train or a taxi one is waiting for is at the moment; it executes payments, allows to do shopping, facilitates the management of one's home infrastructure; it counts burnt calories, summarises daily physical activity, sends prizes and rebukes, provides with entertainment and knowledge. In short, when connected to the network, it keeps providing its user with a number of data which – although not always necessary – influence his/her knowledge, the sense of wellbeing, or decisions concerning undertaking specific activities. At the same time, a device collects and sends to the network detailed data about its user, his/her interests, places the user visits, websites the user reads, routes along which the user moves, etc., which poses a threat of losing privacy, of the possibility of control, and users often do not realise it or simply do not remember about it. These data are very valuable and can become dangerous if handled by unauthorised parties.

Smart reality, invisible computing capacity, creates a parallel space, which despite its immateriality has its effect on our habits, behaviour, and which changes the structures we inhabit – our homes and cities. They become hybrids with a dual structure, combining a physical realistic structure with a smart space enriching its functioning. Structural dualism of the city – physical and virtual – especially in large cities, more and more often is mutually complementary and intertwined, influencing the shift in understanding space, the lifestyle of the city and its residents. Processes commenced as trailblazing solutions in *smart city* projects will be gradually disseminated and will cover more and more cities. Our future will take place in the smart space.

miasta opartego na rozwoju branży ICT. Autorka używa polskiego wyrażenia *miasto inteligentne* w odniesieniu do pojęcia *intelligent city*, natomiast wyrażenie *smart city* pozostawia w wersji angielskiej.

<sup>3</sup> M. Weiser, *The Computer for the Twenty-First Century*, Scientific American, Sept. 1991, pp. 94-10

<sup>4</sup> M. Weiser, R. Gold, J. S. Brown *The origins of ubiquitous computing research at PARC in the late 1980s*, IBM SYSTEMS JOURNAL, VOL 38, NO 4, 1999 p 693-696

<sup>5</sup> <http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/UbiHome.html>

<sup>6</sup> K. Aston, *That 'Internet of Things' Thing*, za: [www.rfidjournal.com/articles/view?4986](http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986)

<sup>7</sup> [www.cisco.com/c/pl\\_pl/about/press/press-information-2014/20140127.html](http://www.cisco.com/c/pl_pl/about/press/press-information-2014/20140127.html)

<sup>8</sup> Complimentary Whitepaper: IoT Platforms – Enabling the Internet of Things – IHS Markit za: H. Clancy, *10 companies moving up in smart buildings*, artykuł z dnia 19.12.2016, [www.greenbiz.com](http://www.greenbiz.com)

<sup>9</sup> Strategia SMART\_KOM opracowana przez Krakowski Park Technologiczny, powstała w ramach projektu „SMART\_KOM. Kraków w sieci inteligentnych miast”, współfinansowanego przez UE z MRPO 2007-2013

<sup>10</sup> Początkowo od roku 2009 system ten był testowany wyłącznie na linii Krakowskiego Szybkiego Tramwaju.

<sup>11</sup> A. Łączek, *Po montażu separatorów na Kalwaryjskiej tramwaje zaczęły przestrzegać rozkładów*, artykuł z dnia 03.04.2017 na portalu [www.lbikekrakow.com](http://www.lbikekrakow.com)

<sup>12</sup> U uruchomiona 17.04.2017 strona internetowa: <https://mpk.jacek.net/map.html> oraz powstałe kilka dni później aplikacje: KRK Tram Map i Kraków pod ręką

<sup>13</sup> Przykładowe strony internetowe: [monitoring.krakow.pios.gov.pl](http://monitoring.krakow.pios.gov.pl), [smog.imgw.pl](http://smog.imgw.pl), [powietrze.malopolska.pl](http://powietrze.malopolska.pl), [powietrzewkrakowie.pl](http://powietrzewkrakowie.pl), przykładowe aplikacje: Zanieczyszczenie powietrza, Powietrze Kraków, Smog w Krakowie, SmokSmog, Kraków Smog

## LITERATURA

[1] Chan S., *Innovation has the smart city of Songdo living in the future*, artykuł z dnia 26.01.2016, na portalu [www.newsroom.cisco.com](http://www.newsroom.cisco.com)

[2] Necombe T., *Santander: The Smartest Smart City*, artykuł z maja 2014 na portalu [www.governing.com](http://www.governing.com)

[3] Wdowiarz-Bilska M., *Od miasta naukowego do smart city [w:] Czasopismo Techniczne z. 1-A/2, Kraków 2012, s. 305–314,*

[4] Wdowiarz-Bilska M., *Idee miasta w kontekście rozwoju gospodarki opartej na wiedzy [w:] Czasopismo Techniczne z. 12-A, Kraków 2015, s. 223–239*

[5] Weiser M., Gold R., Brown J. S., *The origins of ubiquitous computing research at PARC in the late 1980s*, IBM SYSTEMS JOURNAL, VOL 38, NO 4, 1999 p 693-696

[6] Weiser M., *The Computer for the Twenty-First Century*, Scientific American, Sept. 1991, pp. 94–10

[7] [www.smartsantander.eu](http://www.smartsantander.eu)

[8] [www.songdo.com](http://www.songdo.com)

## ENDNOTES:

<sup>1</sup> The London-based building Crystal (2012), where Siemens technology is used, is an ecological centre of knowledge and science, presenting a futuristic vision of cities and sustainable development technologies. The facility uses exclusively solar energy, is heated by heat pumps, is equipped with effective water management and waste recycling fittings, exhibits high ecological standards (LEED and BREEAM accreditation), and at the same time a high degree of automation (MBS and KNX systems).

<sup>2</sup> M. Weiser, *The Computer for the Twenty-First Century*, Scientific American, Sept. 1991, pp. 94-10

<sup>3</sup> M. Weiser, R. Gold, J. S. Brown *The origins of ubiquitous computing research at PARC in the late 1980s*, IBM SYSTEMS JOURNAL, VOL 38, NO 4, 1999 p 693-696

<sup>4</sup> <http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/UbiHome.html>

<sup>5</sup> K. Aston, *That 'Internet of Things' Thing*, after: [www.rfidjournal.com/articles/view?4986](http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986)

<sup>6</sup> [www.cisco.com/c/pl\\_pl/about/press/press-information-2014/20140127.html](http://www.cisco.com/c/pl_pl/about/press/press-information-2014/20140127.html)

<sup>7</sup> Complimentary Whitepaper: IoT Platforms - Enabling the Internet of Things - IHS Markit after: H. Clancy, *10 companies moving up in smart buildings*, article dated 19 Dec. 2016, [www.greenbiz.com](http://www.greenbiz.com)

<sup>8</sup> SMART\_KOM strategy developed by the Cracow Technology Park came into being within the scheme of the project 'SMART\_KOM. Cracow in the Network of Smart Cities', co-financed by the European Union from the Małopolskie Region Operational Programme UE z MRPO 2007-2013

<sup>9</sup> Initially, since 2009 the system was tested only on the line of the Cracow Fast Tram.

<sup>10</sup> A. Łączek *Po montażu separatorów na Kalwaryjskiej tramwaje zaczęły przestrzegać rozkładów*, article dated 03 April 2017, [www.lbikekrakow.com](http://www.lbikekrakow.com)

<sup>11</sup> Website <https://mpk.jacek.net/map.html> launched on 17 April 2017 and applications launched several days later: 'KRK Tram Map' and 'Kraków pod ręką'

<sup>12</sup> Examples of websites: [monitoring.krakow.pios.gov.pl](http://monitoring.krakow.pios.gov.pl), [smog.imgw.pl](http://smog.imgw.pl), [powietrze.malopolska.pl](http://powietrze.malopolska.pl), [powietrzewkrakowie.pl](http://powietrzewkrakowie.pl), examples of applications: Zanieczyszczenie powietrza, Powietrze Kraków, Smog w Krakowie, SmokSmog, Kraków Smog

## BIBLIOGRAPHY

[1] Chan S., *Innovation has the smart city of Songdo living in the future*, artykuł z dnia 26.01.2016, na portalu [www.newsroom.cisco.com](http://www.newsroom.cisco.com)

[2] Necombe T., *Santander: The Smartest Smart City*, artykuł z maja 2014 na portalu [www.governing.com](http://www.governing.com)

[3] Wdowiarz-Bilska M., *Od miasta naukowego do smart city [w:] Czasopismo Techniczne z. 1-A/2, Kraków 2012, s. 305–314,*

[4] Wdowiarz-Bilska M., *Idee miasta w kontekście rozwoju gospodarki opartej na wiedzy [w:] Czasopismo Techniczne z. 12-A, Kraków 2015, s. 223–239*

[5] Weiser M., Gold R., Brown J. S. *The origins of ubiquitous computing research at PARC in the late 1980s*, IBM SYSTEMS JOURNAL, VOL 38, NO 4, 1999 p 693-696

[6] Weiser M., *The Computer for the Twenty-First Century*, Scientific American, Sept. 1991, pp. 94–10

[7] [www.smartsantander.eu](http://www.smartsantander.eu)

[8] [www.songdo.com](http://www.songdo.com)