

Rozwój Internetu rzeczy – szanse i zagrożenia

Spis treści

- I. Wprowadzenie
- II. Internet rzeczy
- III. Zastosowania praktyczne
- IV. Szanse i zagrożenia
- V. Podsumowanie

Streszczenie

Artykuł został poświęcony Internetowi rzeczy (*Internet of Things, IoT*) – koncepcji mówiącej o możliwości łączenia się nie tylko ludzi, lecz także rzeczy w sieci. W artykule przedstawiono szanse i zagrożenia, jakie mogą wynikać z jego zastosowania dla poszczególnych osób, przedsiębiorców i całych społeczeństw. Wskazano także możliwe zastosowania praktyczne, szczególnie w sektorze opieki zdrowotnej, w tym w przemyśle farmaceutycznym.

Słowa kluczowe: Internet rzeczy; komunikacja M2M; urządzenia mobilne; czujniki; *big data*.

I. Wprowadzenie

Internet zmienił radykalnie nasz sposób życia. Przeniósł wzajemnie relacje między ludźmi na wirtualny poziom w kilku różnych obszarach, począwszy od życia zawodowego, aż po życie prywatne, szczególnie kontakty towarzyskie. Internet rzeczy (Internet przedmiotów) posiada potencjał dodania nowego wymiaru do tego procesu, umożliwiając komunikację nie tylko ludzi z inteligentnymi przedmiotami (*smart objects*), lecz także komunikację wyłącznie pomiędzy takimi inteligentnymi przedmiotami. Prowadzi to do zapewnienia komunikacji zawsze (*anytime*) i wszędzie, czyli w dowolnym miejscu (*anywhere/anyplace*), za pomocą każdego nośnika informacji (*anymedia*) i czegokolwiek, czyli wszystkiego (*anything*)¹, nie zaś tylko ludzi (*anyone*), najlepiej przy wykorzystaniu dowolnej sieci (*any network*) i wszystkich usług (*any service*)². Powszechnie uważa się, że Internet rzeczy doprowadzi do znacznie większej rewolucji niż Internet i telefonia komórkowa razem wzięte³. Obecnie już w ponad połowie połączeń internetowych przynajmniej jedną ze stron jest rzecz⁴.

* Adiunkt w Katedrze Metod Ilościowych i Zastosowań Informatyki Akademii Leona Koźmińskiego; e-mail: ewcia@kozminski.edu.pl.

¹ L. Atzori, A. Iera, G. Morabito, *The Internet of Things: A survey*, „Computer Networks” 2010, No. 54, s. 2803.

² *Internet of Things – Strategic Research Roadmap*, IERC, 15.09.2009, s. 8. Pobrano z: http://www.grifs-project.eu/data/File/CERP-IoT%20SRA_IoT_v11.pdf (20.08.2014).

³ Wywiad S. Andersona z Alessandro Bassi, *We need a killer business model*, [w:] *Inspiring the Internet of Things*, Internet of Things Initiative, 2011, s. 11. Pobrano z: http://www.alexandra.dk/uk/expertise/publications/documents/iot_comic_book.pdf (20.08.2014).

⁴ O. Vermesan, P. Friess, P. Guillemin, S. Gusmeroli, H. Sundmaeker, M. Eisenhauer, K. Moessner, M. Arndt, M. Spirito, P. Medagliani, R. Giaffreda, S. Gusmeroli, L. Ladid, M. Serrano, M. Hauswirth, G. Baldini, *Internet of Things Strategic Research and Innovation Agenda*, [w:] O. Vermesan, P. Friess

Celem artykułu jest próba przedstawienia Internetu rzeczy, a także jego obecnych i potencjalnych zastosowań, możliwych do wprowadzenia w kontekście istniejących technologii. Ze względu na zmiany demograficzne (zjawisko starzenia się społeczeństw) skoncentrowano się na jego zastosowaniach w obszarze opieki zdrowotnej, w szczególności w przemyśle farmaceutycznym.

II. Internet rzeczy

Termin „Internet rzeczy” pojawił się w Stanach Zjednoczonych w 1999 r. Kevin Ashton użył go jako tytułu prezentacji dla Procter&Gamble⁵. Podkreślił, że obecnie komputery, a zatem i Internet, są niemal całkowicie zależne od ludzi, od informacji przez nich dodawanych do sieci. Praktycznie wszystkie dane dostępne w Internecie zostały najpierw przez nich zebrane lub wytworzone. To jednostki m.in.: wpisały, nagrały, zeskanowały informacje lub zrobiły zdjęcia cyfrowe, a następnie umieściły takie informacje w sieci. Problemem związanym z interwencją ludzką w proces wprowadzania danych do sieci jest ograniczony czas, jakim dysponuje człowiek. Również brak dokładności i dostatecznej uwagi może spowodować, że ludzie nie są najlepszymi podmiotami do rejestrowania i wprowadzania danych dotyczących przedmiotów świata rzeczywistego do sieci. Dostępność komputerów dysponujących wiedzą o rzeczach, zebranych bez ludzkiej aktywności, umożliwia śledzenie przedmiotów, np. ich zliczanie. W efekcie dostępne są informacje, kiedy rzeczy wymagają wymiany, naprawy lub wycofania z użytku, kiedy surowe produkty są świeże, a kiedy już nie są pierwszej świeżości. Dlatego też konieczne jest wyposażenie komputerów w umiejętność samodzielnego gromadzenia informacji o świecie, a w szczególności o poszczególnych produktach. Powinno się to sprowadzać do umożliwienia komputerom patrzenia na świat, słuchania go i rozpoznawania jego zapachów. Radiowy system identyfikacji (*RFID*)⁶ i technologia czujników⁷ pozwalają komputerom obserwować, identyfikować i rozumieć świat oraz poszczególne rzeczy bez ograniczeń wynikających z niepełnych, często szczątkowych informacji wprowadzanych do sieci przez człowieka. Dlatego Internet rzeczy posiada potencjał zrewolucjonizowania świata, najprawdopodobniej w znacznie większym stopniu, niż zrobił to Internet⁸.

Istnieje wiele definicji Internetu rzeczy. Zgodnie ze stanowiskiem Cisco Internet Business Solutions Group (Cisco IBSG) o Internecie rzeczy można mówić od momentu, w którym liczba rzeczy i obiektów podłączonych do Internetu przekroczyła liczbę ludności⁹. W 2000 r. na świecie żyło 6 mld ludzi i tylko 500 mln urządzeń było podłączonych do sieci. Na przełomie 2008 i 2009 r. liczba urządzeń podłączonych do Internetu po raz pierwszy przekroczyła liczbę mieszkańców ziemi. To wtedy narodził się Internet rzeczy. W 2010 r. ogromny wzrost liczby smartfonów i tabletów spowodował, że liczba urządzeń podłączonych do sieci wyniosła 12,5 mld. Średnio przypadało

(ed.), *Internet of Things – From Research and Innovation to Market deployment*, „River Publishers Series in Communication” 2014, s. 13. Pobrano z: http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/IERC_Cluster_Book_2014_Ch.3_SRIA_WEB.pdf (20.08.2014).

⁵ K. Ashton, *That 'Internet of Things' Thing. In the real world, things matter more than ideas*, „RFID Journal”, 22.06.2009. Pobrano z: <http://www.rfidjournal.com/articles/pdf?4986> (20.08.2014).

⁶ RFID (ang. *radio frequency identification*) jest to technologia pozwalająca na przechwytywanie danych przez wykorzystanie znaczników reagujących na sygnał radiowy lub emitujących sygnały radiowe, które są odczytywane przez czytniki, w celu umożliwienia śledzenia przemieszczania się różnych sprzętów, a także ich identyfikacji. Jest to technologia wykorzystywana w systemach automatycznego rozpoznawania rzeczy.

⁷ Czujnik (*sensor*) jest to urządzenie, które odpowiada na bodźce fizyczne, wytwarzając sygnały elektroniczne. Urządzenia te w coraz większym stopniu są powiązane z technologią RFID m.in. w celu wykrycia bodźca.

⁸ K. Ashton, *That 'Internet...*

⁹ D. Evans, *The Internet of Things – How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything*, CISCO Internet Business Solutions Group (IBSG) White Paper, 04.2011, s. 2. Pobrano z: http://www.cisco.com/web/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf (20.08.2014).

więc 1,84 takiego urządzenia na mieszkańca globu (liczba ludności osiągnęła 6,8 mld)¹⁰. W 2011 r. liczba ludności osiągnęła 7 mld natomiast liczba urządzeń połączonych w sieci wyniosła 13 mld (inne źródła podają 12,5 mld urządzeń, w tym praktycznie każdy komputer i znacznie ponad 1 mld smartfonów¹¹). Szacuje się, że do 2015 r. liczba urządzeń łączących się z Internetem będzie znacznie przekraczała trzykrotność liczby mieszkańców globu (7,2 mld ludzi i 25 mld urządzeń), natomiast w 2020 r. takich urządzeń ma być ponad 50 mld¹², natomiast liczba ludności ma wzrosnąć do 7,6 mld. Średnio ponad sześć (dokładnie 6,58) urządzeń podłączonych do sieci będzie przypadało na każdego mieszkańca globu. Szacunki te nie uwzględniają gwałtownego postępu technologii Internetu i urządzeń z nim się łączących. Co więcej, wskaźnik ten byłby dużo wyższy, gdyby wziąć pod uwagę jedynie uczestników społeczeństwa cyfrowego, a nie mieszkańców całego globu, z których wielu nie ma dostępu do sieci¹³.

Internet przedmiotów może być postrzegany jako dalekosiężna wizja z jej technologicznymi i społecznymi konsekwencjami. Z punktu widzenia normalizacji technicznej, może być postrzegany jako globalna infrastruktura dla społeczeństwa informacyjnego, umożliwiająca świadczenie zaawansowanych usług poprzez połączenie fizycznych i wirtualnych rzeczy. Rzeczy materialne istnieją w świecie fizycznym. Mogą być one wyczuwalne, uruchamiane i podłączane. Przykładami tak rozumianych rzeczy są roboty przemysłowe, towary i urządzenia elektryczne. Rzeczy wirtualne istnieją w świecie informacji. Możliwe jest ich przechowywanie, przetwarzanie i udostępnianie. Przykładami tak rozumianych rzeczy są treści multimedialne i oprogramowanie użytkowe (aplikacje). Rzeczy materialne i wirtualne mogą być zidentyfikowane i włączone do sieci. Globalna infrastruktura pozwalająca na świadczenie zaawansowanych usług oparta jest na istniejących i rozwijających się interoperacyjnych technologiach informacyjnych i telekomunikacyjnych. Poprzez wykorzystywanie możliwości identyfikacji, zbierania danych, zdolności przetwarzania i komunikacji Internet rzeczy może w pełni wykorzystywać „rzeczy” w celu świadczenia usług dla wszystkich rodzajów aplikacji, przy jednoczesnym zapewnieniu, że wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony prywatności zostaną spełnione. Oczekuje się, że Internet rzeczy w znacznym stopniu zintegruje wiodące technologie związane z: zaawansowaną komunikacją maszyn (*M2M communication*), automatycznym wykrywaniem sieci i ustalaniem połączeń (*automatic networking*), eksploracją danych (*data mining*), podejmowaniem decyzji, ochroną bezpieczeństwa i prywatności oraz chmurami obliczeniowymi (*cloud computing*), z technologiami zaawansowanego wykrywania i uruchamiania¹⁴.

Internet rzeczy nie jest czymś nowym. Od początku istnienia Internet był siecią sieci, łączącą rządowe i akademickie komputery w celu wymiany danych. To, co zmieniło się w ciągu ostatnich 20 lat, to możliwość przyłączania zdalnych i mobilnych rzeczy lub maszyn do sieci Internet lub

¹⁰ Ibidem, s. 3.

¹¹ Raymond James & Associates, *The Internet of Things – A Study in Hype, Reality, Disruption, and Growth*, 24.01.2014, s. 3. Pobrano z: <http://sitic.org/wp-content/uploads/The-Internet-of-Things-A-Study-in-Hype-Reality-Disruption-and-Growth.pdf> (20.08.2014).

¹² Inne źródła ostrożnie szacują, że liczba urządzeń podłączonych do Internetu przekroczyła liczbę ludności dopiero w 2011 r., natomiast w 2020 r. liczba urządzeń podłączonych do sieci ma się zawierać w przedziale 26-50 mld. Por.: Raymond James & Associates, *The Internet...*, s. 1. Jeszcze bardziej ostrożne szacunki mówią o 16 mld podłączonych urządzeń w 2020 r. Por.: O. Vermesan, P. Friess, P. Guillemain, S. Gusmeroli, H. Sundmaeker, A. Bassi, I.S. Jubert, M. Mazura, M. Harrison, M. Eisenhower, P. Doody, *Internet of Things Strategic Research Roadmap*, IERC Cluster SRA 2011, s. 11. Pobrano z: http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/IoT_Cluster_Strategic_Research_Agenda_2011.pdf (20.08.2014).

¹³ D. Evans, *The Internet...*, s. 3.

¹⁴ International Telecommunication Union, ITU-T Y.2060, 06/2012, *Next Generation Networks – Framework and functional architecture models – Overview of the Internet of things*, s. 2–3. Pobrano z: <file:///C:/Documents%20and%20Settings/Ewa/Moje%20dokumenty/Downloads/T-REC-Y.2060-201206-!!!PDF-E.pdf> (20.08.2014).

korporacyjnego intranetu, dzięki wykorzystaniu komunikacji bezprzewodowej i coraz tańszych czujników, systemów i pamięci (np. dysków twardych i innych urządzeń umożliwiających przechowywanie danych, zapewniających ich ochronę i dostępność). W pewnym sensie Internet rozwija się z sieci połączonych ze sobą komputerów, w sieć połączonych ze sobą rzeczy¹⁵, wszelkiego typu i rozmiarów urządzeń, pojazdów, smartfonów, sprzętów AGD, zabawek, aparatów fotograficznych, narzędzi medycznych i urządzeń przemysłowych cały czas podłączonych do sieci, komunikujących się ze sobą i wymieniających informacje. Internet rzeczy jest wizją, w której Internet rozszerza swoje zastosowanie ze świata wirtualnego na świat realny, obejmujący przedmioty codziennego użytku. Przedmioty te nie są już odłączone od świata wirtualnego, ale mogą być zdalnie sterowane i mogą działać jako fizyczne punkty dostępu do usług internetowych¹⁶.

Internet rzeczy nie jest koncepcją określającą rozszerzenie zastosowania Internetu. Jego wprowadzenie jest nierozdzielnie związane z nowymi usługami, którym ma służyć. Pod tym pojęciem kryje się kilka rodzajów komunikacji – łączenie się ludzi z przedmiotami i łączenie się przedmiotów między sobą. Ten ostatni typ komunikacji nazywany jest komunikacją M2M. Komisja w 2009 r. szacowała, że w tej komunikacji może brać udział między 50 a 70 mld urządzeń, z których 5 lat temu połączonych było tylko 1%¹⁷. Pod koniec 2011 r. z usługi M2M korzystało ok. 30 mln jednostek w UE i 27 mln w USA. Szacuje się, że na świecie dziesięciu przedsiębiorców telekomunikacyjnych o najwyższych przychodach miało 68, 2 mln abonentów wykorzystujących usługi M2M. Ich wzrost w ciągu roku szacuje się na ok. 38%¹⁸.

Rzeczy mogą oddziaływać na siebie w celu wymiany i gromadzenia danych oraz podejmowania działań. Technologia M2M pozwala na komunikację i zbieranie danych (np. pomiary) m.in. pomiędzy komputerami, czujnikami, wbudowanymi procesorami i urządzeniami mobilnymi. Ostatecznie umożliwia podejmowanie decyzji, najczęściej automatycznie, bez ludzkiej interwencji¹⁹. Do takiego połączenia przedmiotów muszą być spełnione dwa warunki – niezbędna jest energia oraz łączność. Dlatego obecnie Internet przedmiotów znajduje zastosowanie głównie w przedsiębiorstwach i domach. Aplikacje wykorzystujące tę technologię rozwijają się w telefonach komórkowych, które są szeroko stosowane, dysponują energią i łącznością²⁰.

Koncepcje Internetu rzeczy i komunikacji M2M są podobne. Termin M2M jest rezerwowany dla bardziej przemysłowych zastosowań, w których czynnik ludzki jest zaangażowany w niewielkim zakresie. Natomiast szersze pojęcie Internetu rzeczy jest rezerwowane dla większości zastosowań konsumenckich. Internet rzeczy będzie stwarzać liczne szanse i zagrożenia praktycznie w każdej branży. Jego beneficjentami będą m.in. producenci półprzewodników, urządzeń łączących się z Internetem, zapewniający oprogramowanie infrastruktury lub oprogramowanie użytkowe, firmy konsultingowe i operatorzy telekomunikacyjni²¹. Dostępność urządzeń umożliwiających

¹⁵ Raymond James & Associates, *The Internet...*, s. 2.

¹⁶ F. Mattern, C. Floerkemeier, *From the Internet of Computers to the Internet of Things*, 2010, s. 1. Pobrano z: <http://www.vs.inf.ethz.ch/publ/papers/Internet-of-things.pdf> (20.08.2014).

¹⁷ Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno – Społecznego i Komitetu Regionów, *Internet przedmiotów – plan działań dla Europy*, Bruksela, 18.6.2009, KOM(2009) 278, s. 2–3.

¹⁸ *The Global Wireless M2M Market*, Berg Insight, 04.2012, s. 2. Pobrano z: <http://www.berginsight.com/ReportPDF/ProductSheet/bi-globalm2m4-ps.pdf> (20.08.2014).

¹⁹ D.S. Watson, M.A. Piette, O. Sezgen, N. Motegi, L. ten Hope, *Machine to Machine (M2M) Technology in Demand Response Commercial Buildings*, Ernest Orlando Lawrence Berkley National Laboratory, 08.2004, s. 1. Pobrano z: <http://drcc.lbl.gov/sites/all/files/lbnl-55087.pdf> (20.08.2014).

²⁰ C. Associati, *The Evolution of Internet of Things*, Focus, 02.2011, s. 14. Pobrano z: http://www.casaaleggio.it/pubblicazioni/Focus_internet_of_things_v1.81%20-%20eng.pdf (20.08.2014).

²¹ Raymond James & Associates, *The Internet...*, s. 5.

komunikację M2M lub rzeczy między sobą oraz smartfonów będzie główną determinantą dalszego rozwoju i praktycznego wykorzystywania Internetu rzeczy²².

Internet rzeczy i komunikacja M2M odwołuje się do idei, że rzeczy, szczególnie te codziennego użytku, są odczytywalne, rozpoznawalne, możliwe do zlokalizowania, adresowalne i sterowalne za pomocą Internetu. Oczekuje się, że Internet rzeczy doda przedmiotom samodzielności. Wszystko to w celu wprowadzenia nowych rodzajów inteligentnych usług do aktualnych ofert. Rozwój komunikacji związanej z Internetem rzeczy będzie napędzany przez praktycznie powszechną dostępność sieci bezprzewodowych, zredukowane koszty komunikacji, dostępność sieci protokołów internetowych (IP), która ułatwia opracowywanie rozwiązań oraz branżowe regulacje, które wymagają zautomatyzowanej zdalnej kontroli²³.

Internet rzeczy będzie częściowo korzystać z rozwiniętej już na potrzeby komunikacji M2M infrastruktury i z zestandaryzowanej globalnie sieci łączności²⁴. Jego rozwój odbywa się obecnie dzięki rozwojowi sieci teleinformatycznych. Do sieci podłączanych jest coraz więcej urządzeń, których rozmiar się zmniejsza. Rozwój sieci teleinformatycznych powoduje wzrost liczby urządzeń podłączonych bezprzewodowo. Urządzenia takie przemieszczają się razem z ich właścicielem, a ich lokalizacja jest możliwa do określenia²⁵. Dla przedsiębiorców telekomunikacyjnych rozwój Internetu rzeczy jest wyzwaniem. Jest to obiecujący rynek, który w długookresowej perspektywie może być eksploatowany przez dostawców usług telekomunikacyjnych. Poprzez wdrażanie platform horyzontalnych wspierają oni rozwiązania dla rynków wertykalnych tworzone m.in. przez dostawców aplikacji i usług. Wraz ze wzrostem liczby urządzeń (liczonym w miliardach), które w niedalekiej przyszłości mogą być podłączone do sieci, dostawcy usług będą pełnić coraz istotną funkcję zarówno we wdrażaniu koncepcji Internetu rzeczy, jak i w komunikacji M2M.

Operatorzy sieci mają również do odegrania ważną rolę w komunikacji urządzeń. Mogą oni znacznie wzmocnić swoją pozycję przez wykorzystanie wiedzy w zarządzaniu urządzeniami, rozliczeniach, zaopatrywaniu, przechowywaniu danych, bezpieczeństwie i innych powiązanych usługach. Świadczenie takich dodatkowych usług pozwoli im przyciągnąć więcej klientów korporacyjnych zawierających umowy długoterminowe na zapewnienie usług M2M, a w przyszłości usług Internetu rzeczy, a także na zwiększenie możliwości generowania przychodów, dzięki zwiększeniu lojalności klientów. Operatorzy telekomunikacyjni mogą bezpośrednio oferować użytkownikom końcowym aplikacje i usługi. Najczęściej jednak będą oni korzystali z pośrednictwa innych przedsiębiorców, usługodawców oferujących aplikacje użytkownikom końcowym. Kluczowe dla rozwoju koncepcji Internetu rzeczy jest znalezienie odpowiedniego modelu prowadzenia działalności, uwzględniającego wiele rynków wertykalnych, takich jak inteligentne: miasta, domy, transport, systemy energetyczne, opieka zdrowotna²⁶. Łączność w koncepcji Internetu rzeczy będzie rodzajem towaru nienależącym do żadnego podmiotu, dostępnym w bardzo niskiej cenie dla wszystkich zainteresowanych²⁷.

²² O. Vermesan i inni, *Internet of Things ...*, s. 11.

²³ H. Viswanathan, M. Lenney, G. Woysch, *IoT – Going horizontal to win in verticals!*, [w:] *'The Internet of Things – Where it is going?' A Global Overview*, [w:] I.G. Smith (ed.), *The Internet of Things 2012 New Horizons*, IERC, 2012, s. 323–324. Pobrano z: http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/IERC_Cluster_Book_2012_WEB.pdf (20.08.2014).

²⁴ Ibidem, s. 323.

²⁵ Komunikat Komisji..., s. 3.

²⁶ H. Viswanathan, M. Lenney, G. Woysch, *IoT – Going ...*, s. 323–326.

²⁷ O. Vermesan i inni, *Internet of Things... 2011*, s. 14.

Internet rzeczy ma potencjał, aby znacznie poprawić sposób życia, uczenia się, pracy i wreszcie zabawy. Usprawnienie lub wręcz zrewolucjonizowanie łańcucha dostaw i logistyki może ograniczyć koszty, zwiększyć efektywność i zredukować zależność od pracy ludzkiej. Wszechobecna technologia określania położenia może umożliwiać lokalizowanie zgubionych lub skradzionych dóbr. Równocześnie jednak, w stopniu, w którym rzeczy codziennego użytku będą zawierały w sobie informacje, zagrożenie bezpieczeństwa stanie się dużo większe niż to, które obecnie wynika z wykorzystywania Internetu. Pozyskiwane dane są surowcem, który można przekształcić w informacje, wiedzę i ostatecznie w mądrość. Same w sobie indywidualne dane nie są bardzo przydatne, lecz duża ich liczba (zbiór danych) może pozwolić na identyfikację pewnych trendów i wzorców. W powiązaniu z innymi źródłami informacji tworzy to wiedzę. Wiedza jest zbiorem informacji, których jednostka jest świadoma. Na samym końcu tego łańcucha rodzi się mądrość, która wynika z połączenia wiedzy i doświadczenia. Podczas gdy wiedza zmienia się w czasie, mądrość powinna być ponadczasowa. A wszystko to zaczyna się od pozyskiwania danych. Dzięki zastosowaniu Internetu rzeczy ich zebranie nie będzie stanowiło problemu. Należy jednak pamiętać, że istnieje bezpośredni związek pomiędzy danymi, które znajdują się na wejściu, a mądrością, znajdującą się na wyjściu procesu przechodzenia od danych do mądrości. Im więcej jest generowanych danych, tym więcej można uzyskać wiedzy i mądrości. Internet rzeczy znacząco zwiększa ilość dostępnych danych, które można przetworzyć. W połączeniu ze zdolnością Internetu do przesyłania tych danych, pozwoli to ludziom szybciej się rozwijać²⁸. Istnieje jednak granica, poza którą przetwarzanie otrzymanych danych nie będzie już ani proste, ani wręcz możliwe. Jeśli w monitorowaniu i opracowywaniu zebranych danych ma uczestniczyć człowiek, to istnieje pewien maksymalny zasób danych, który jest on w stanie przetworzyć. Rozwiązaniem tutaj może być takie zautomatyzowanie przetwarzania danych, które pozwoli na ludzką interwencję jedynie w sytuacjach krytycznych lub nietypowych, niezdefiniowanych przez system.

III. Zastosowania praktyczne

Możliwości zastosowania Internetu rzeczy, ich zakres i różnorodność można uznać za nieograniczone i mogą one przenikać wszystkie aspekty codziennego życia. Koncepcja ta nie jest już tylko utopią. W pewnym zakresie Internet rzeczy jest już obecnie wykorzystywany²⁹. Obserwowany jest wzrost liczby urządzeń podłączonych do Internetu, a Liczba połączeń mnoży się i stan ten będzie postępował w przyszłości. Internet przedmiotów opiera się na stałym postępie technologicznym i wizji wszechobecności sieci³⁰. Odgrywa on zasadniczą rolę w funkcjonowaniu inteligentnych systemów (*smart systems*) i posiada umiejętność śledzenia poszczególnych obiektów, aby przechowywać dane dotyczące ich przemieszczania się i pochodzenia. Jedną z najważniejszych kwestii dotyczących jego wdrożenia jest odpowiedź na pytanie, jak inteligentne i na ile korzystne będą dla ludzi te systemy. Oczekuje się, że Internet rzeczy znajdzie wiele zastosowań w różnych dziedzinach usługowych i w działalności gospodarczej, m.in. w: energetyce, transporcie, przemyśle, budownictwie, zarządzaniu łańcuchem dostaw, opiece zdrowotnej, bezpieczeństwie i ochronie

²⁸ D. Evans, *The Internet ...*, s. 2, 5–6.

²⁹ Komunikat Komisji..., s. 3.

³⁰ *The Internet of Things. Executive Summary*, ITU Internet Reports 2005, 11.2005, s. 2. Pobrano z: http://www.itu.int/osg/spu/publications/internetofthings/InternetofThings_summary.pdf (20.08.2014).

osób i mienia³¹. Rozwój Internetu rzeczy spowoduje wprowadzenie inteligentnych urządzeń (*smart devices*), począwszy od lodówki znajdującej się w domu, przez czujniki w samochodach, a nawet w ciałach ludzkich.

Przestrzeń zastosowań Internetu rzeczy jest bardzo zróżnicowana. Poszczególne kategorie użytkowników mają różne potrzeby i oczekiwania dotyczące jego wykorzystania. Z punktu widzenia Internetu rzeczy można wyróżnić trzy najważniejsze kategorie użytkowników: poszczególnych obywateli, wspólnoty obywateli, czyli mieszkańców miast, regionów, kraju oraz przedsiębiorców. Do potrzeb poszczególnych obywateli związanych z Internetem rzeczy zalicza się m.in. zwiększenie bezpieczeństwa (np. zdalnie sterowalne systemy alarmowe), poprawienie poziomu życia (np. monitorowanie parametrów zdrowotnych podczas treningu i na podstawie tych danych uzyskiwanie porady eksperta; otrzymanie wsparcia podczas zakupów), zmniejszenie kosztów utrzymania (np. system automatyzacji budynków, który będzie ograniczał zużycie energii, a tym samym jej koszt). Dla społeczeństwa istotne są kwestie mające znaczenie dla całej grupy, najczęściej związane z wyzwaniami o średnim lub długim horyzoncie czasowym. Należą do nich m.in.: zapewnienie bezpieczeństwa publicznego (np. w związku z katastrofami, takimi jak tsunami lub trzęsienia ziemi, jedną z najważniejszych trosk społeczeństwa jest możliwość przewidywania takich zdarzeń możliwie wcześniej i przeprowadzenie akcji ratunkowej o jak największej skuteczności), ochrona środowiska (np. wymagania dotyczące redukcji emisji dwutlenku węgla, monitorowanie zanieczyszczeń środowiska, w szczególności wody i powietrza, gospodarka odpadami oraz efektywne wykorzystanie różnych rodzajów energii i zasobów naturalnych), tworzenie nowych miejsc pracy, co jest istotne dla utrzymania wysokiego poziomu życia obywateli. Przedsiębiorcy, jako trzecia kategoria użytkowników Internetu rzeczy, mają potrzeby, które mogą przyspieszać wprowadzenie jego nowych zastosowań. Do potrzeb tych należą m.in.: zwiększenie wydajności i zapewnienie rentowności działalności i efektywności kosztowej, poprzez lepsze wykorzystanie zasobów, skrócenie czasu przestojów oraz lepsze wykorzystanie informacji w procesie podejmowania decyzji³². Wykorzystywanie Internetu rzeczy może spowodować nie tylko wzrost efektywności, lecz także powstanie zupełnie nowych procesów biznesowych lub nawet modeli biznesowych.

Konsumenci posługujący się telefonami komórkowymi, korzystającymi z usługi mobilnego dostępu do Internetu, otrzymują interesujące ich informacje na temat wybranych produktów. Powstają nowe aplikacje, które np. przy wyborze konkretnych produktów pozwalają wykorzystywać opinie innych³³. Możliwe jest też wyświetlenie dodatkowych, istotnych informacji o produkcie pochodzących z niezależnych źródeł, np. ostrzeżenia o składnikach produktów, które mogą uczulać lub mieć niekorzystny dla konsumentów skład³⁴.

W coraz większej liczbie nieruchomości stosowany jest zdalny odczyt liczników mediów (energii elektrycznej, wody). Umożliwia on sprawdzenie zużycia mediów bez potrzeby wchodzenia na teren danej nieruchomości. Korzyścią takiego systemu jest możliwość sprawdzenia stanów wszystkich liczników w jednym momencie, bez względu na nieobecność użytkowników. Oszczędza to czas, a tym samym koszt odczytu.

³¹ R. Imura, *Overview of current IoT work and toward the Future IoT*, [w:] *'The Internet of Things – Where it is going?' A Global Overview*, [w:] I.G. Smith (ed.), *The Internet...*, s. 304.

³² O. Vermesan i inni, *Internet of Things...*, s. 39–41.

³³ Aplikacja Vivino Wine Scanner dostarcza informacji o danym winie już na podstawie zdjęcia jego etykiety. W serwisie jest 4 mln użytkowników, którzy oceniają konkretne alkohole.

³⁴ F. Mattern, C. Floerkemeier, *From the...*, s. 6.

Zastosowanie Internetu rzeczy w dziedzinie ochrony zdrowia może polepszyć jakość życia, w szczególności osób starszych. Możliwe jest zamontowanie w domu czujników, monitorujących codzienne życie mieszkańców. W przypadku odnotowania braku aktywności, odpowiednie, wcześniej określone osoby mogą być informowane o takiej sytuacji. Takie rozwiązanie jest wyjątkowo pożądane w przypadku starzenia się społeczeństw.

Dzięki zastosowaniu technologii bezprzewodowego systemu monitorowania zdrowia pacjenta możliwe staje się jego wstępne, zdalne diagnozowanie w domu. Z punktu widzenia działania systemu opieki zdrowotnej jest to ekonomiczny system świadczenia usług zdrowotnych. Obecnie możliwe jest zbieranie danych medycznych poprzez czujnik znajdujący się np. w zegarku, przyklejany do powierzchni ciała lub poprzez wszczepiony chip. Dzięki zastosowaniu bezprzewodowego, zdalnego systemu monitorowania parametrów życiowych pacjenta, z wykorzystaniem medycznego sprzętu pomiarowego i transmisji danych przez Internet (audio lub wideo), zebrane dane przekazywane są lekarzowi. Do monitorowanych parametrów życiowych zalicza się m.in.: ciśnienie tętnicze, częstość pracy serca, saturację tlenem, temperaturę ciała, pojemność wydechową (pojemność płuc) i poziom glukozy we krwi. Wykorzystywanie takiej aplikacji, efektywnie włączającej aktualne dane pacjenta do jego elektronicznej dokumentacji medycznej i dwukierunkowa komunikacja audio lub wideo pacjenta z opiekunem medycznym może poprawić jakość i efektywność świadczenia opieki zdrowotnej³⁵.

Szacuje się, że ponad połowa pacjentów nie przyjmuje leków w ogóle lub przyjmuje je niezgodnie z zaleceniami lekarza. Stanowi to problem zarówno medyczny, jak i ekonomiczny. Żle leczeni pacjenci generują dodatkowe koszty leczenia, szczególnie leczenia szpitalnego. W sektorze ochrony zdrowia przeprowadza się wiele badań nad nowymi technologiami w tym zakresie. W kontekście obecnego poziomu rozwoju technologii są one możliwe do wdrożenia, choć na razie są to plany na przyszłość. Firmy farmaceutyczne wprowadzają na przykład pilotażowe programy monitorowania przyjmowania leków przez pacjentów. Zastosowanie silikonowych mikroczytników zamontowanych w tabletkach pozwala na monitorowanie przyjmowania przez pacjentów przepisanych leków. Chip wielkości ziarenka piasku, umieszczony na każdej tabletkce, zawiera niewielkie ilości miedzi i magnezu. Po połknięciu chipa, metale w nim zawarte reagują z sokiem żołądkowym wytwarzając napięcie elektryczne. Impuls ten zostaje odczytany przez rejestrator medyczny umieszczony na powierzchni ciała (plaster naklejony na skórze). Dzięki wykorzystaniu telefonu komórkowego, rejestrator ten wysyła sygnał informujący o przyjęciu leku. Jeżeli pacjent nie zażyje przepisanych lekarstw, lekarz lub inna upoważniona do tego osoba – opiekun pacjenta, może być o tym informowana. Urządzenie to zostało zaaprobowane przez agencje ds. leków w Stanach Zjednoczonych (Food and Drug Administration, FDA) i Unii Europejskiej (European Medicines Agency, EMA) do użycia w badaniach klinicznych poprzedzających rejestrację tej metody jako technologii medycznej.

Konieczne jest także zapewnienie lekarzowi możliwości analizowania takiego ogromnego zbioru danych. Pomocnym może być tutaj program wychwytyjący jedynie odbiegające od normy zachowania pacjenta (brak przyjmowania leków) lub stan jego zdrowia wymagający interwencji. Dodatkowo, czujniki rejestratora medycznego mogą monitorować stan pacjenta, odpowiedź jego

³⁵ M. M. Baig, H. GholamHosseini, *Wireless remote patient monitoring in older adults*, Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 35th Annual International Conference of the IEEE, 2013, s. 2429. Pobrano z: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=6610030> (20.08.2014).

organizmu na konkretną, przyjętą dawkę leku. Lekarz ma więc możliwość analizowania współzależności między przyjętą przez pacjenta dawką leku, a jego tętnem, oddechem i poziomem aktywności fizycznej. Po każdorazowym zebraniu danych, dzięki możliwościom komunikacyjnym telefonów komórkowych lub komputerów, są one umieszczane na serwerze, co umożliwia lekarzowi ich przestudiowanie. Dzięki zastosowaniu takiej technologii pacjent może otrzymać zalecenie zmiany leku lub jego dawkowania³⁶.

Kolejna próba diagnostyki medycznej wykorzystująca nowoczesne technologie, polega na wszczepieniu programowalnego bionanochipa (*programmable-bio-nano-chip*), który może wykrywać choroby serca lub markery nowotworowe z próbki śliny pacjenta. Wszczepienie takiego chipa do ciała pacjenta, mogłoby zapewnić system wczesnego powiadamiania o tych chorobach, na długo przed odkryciem jakichkolwiek symptomów przez pacjenta³⁷. Jednak, aby społeczeństwo mogło przyjąć wszystkie powyższe udogodnienia w sektorze usług medycznych, niezbędne jest rozwiązanie problemów związanych z ochroną prywatności osób z nich korzystających. Dostawca tego typu usług musi jasno przedstawić cel, częstotliwość i rodzaj szczegółowych osobistych informacji, które będą śledzone oraz krąg podmiotów mających dostęp do tych danych. Należy zapewnić bezpieczne przekazywanie danych wrażliwych między użytkownikiem końcowym i dostawcą usług³⁸.

IV. Szanse i zagrożenia

Internet rzeczy może podnieść jakość życia ludności, spowodować powstanie nowych przedsiębiorstw, a także rozwój już istniejących. Może także wpłynąć na stworzenie nowych miejsc pracy. To wszystko może w przyszłości przyczynić się do wzrostu konkurencyjności poszczególnych państw³⁹. Jedną z głównych korzyści jego wprowadzania jest szybsze dostosowanie procesów biznesowych do aktualnych warunków zewnętrznych. Możliwe jest to dzięki bezpośredniemu wykryciu zdarzeń lub analizie w czasie rzeczywistym danych z czujników⁴⁰.

Internet rzeczy sprzyja rozwojowi gospodarki, poprzez powstanie nowych produktów i doskonalenie jakości usług. Siłą napędową łączenia przedmiotów w sieci jest chęć wygenerowania wartości dodanej. Z perspektywy przedsiębiorcy wartość dodana może wynikać ze zwiększonych przychodów albo ze zmniejszonych kosztów. Dodatkowe zyski wynikające z podłączania rzeczy do Internetu mają swoje źródło w zwiększonym wykorzystaniu zasobów, zwiększonej wydajności pracowników, lepszym zarządzaniu logistyką (optymalizacja dostaw), większym doświadczeniu konsumentów i rosnącej wydajności wydatków na badania i rozwój⁴¹.

Dla konsumentów szansą wynikającą z zastosowania Internetu rzeczy jest możliwość sprawdzania przez nich istotnych parametrów (m.in.: ceny, jakości, specyfikacji technicznej) dotyczących oferowanych przez przedsiębiorców produktów i usług w czasie rzeczywistym. Sprzyja to wzrostowi konkurencji pozacenowej, powstają nowe możliwości sprawdzania i porównywania ofert.

³⁶ P. Murray, *No More Skipping Your Medicine – FDA Approved First Digital Pill*, „Forbes”, 8.9.2012. Pobrano z: <http://onforb.es/PHcZO8> (20.08.2014); M. Chorost, *The Networked Pill*, „MIT Technology Review”, 20.03.2008. Pobrano z: <http://www.technologyreview.com/news/409773/the-networked-pill> (20.08.2014).

³⁷ P. Murray, *No More...*

³⁸ *Inspiring the Internet...*, s. 13.

³⁹ Komunikat Komisji..., s. 3.

⁴⁰ O. Vermesan i inni, *Internet of Things...*, s. 80.

⁴¹ Raymond James & Associates, *The Internet...*, s. 4.

Rozwój Internetu rzeczy otwiera wiele możliwości, jednakże z rozwojem tym wiąże się również ryzyko. Wdrażanie tej koncepcji w praktyce stanowi wyzwanie techniczne i społeczne⁴². Kluczowym aspektem jest przy tym zarządzanie danymi. Biorąc pod uwagę świat przedmiotów podłączonych do sieci i stale wymieniających różne rodzaje informacji, wielkość generowanych danych i liczba procesów związanych z opracowaniem tych danych jest krytyczna. Proliferacja stron internetowych, aplikacji graficznych i wideo, sieci społecznych, urządzeń mobilnych, wszechobecnych czujników itp. jest faktem. Są one zdolne, według danych prezentowanych przez IBM, do tworzenia ponad 2,5 trylionu bajtów dziennie. Aby określić jaka jest to wielkość, należy podkreślić, że 90% danych na świecie zostało stworzonych w ciągu ostatnich dwóch lat. Dlatego największym wyzwaniem Internetu rzeczy nie będzie przechowywanie tych wszystkich danych, a ich przetwarzanie i generowanie wniosków. *Big data* wymaga zastosowania wyjątkowych technologii, aby efektywnie przetwarzać duże ilości niekonwencjonalnych, nieustrukturalizowanych danych w akceptowalnym czasie. W długim okresie szansą dla bezprzewodowej komunikacji czujników jest wzrost mocy obliczeniowej technologii M2M⁴³.

Rozwój nowych zastosowań Internetu przedmiotów musi iść w parze z zaufaniem do niego oraz z zapewnieniem obywatelom gwarancji dotyczących niewykorzystywania przez niepowołane osoby informacji generowanych w sieci. W Unii Europejskiej poszanowanie prywatności i ochrona danych osobowych mają charakter praw podstawowych⁴⁴. Bez zaufania obywateli do tego systemu nie jest możliwe wykorzystanie w pełni jego potencjału. Bezpieczeństwo można zapewnić przez umożliwienie jednostce odłączenia się od sieci w każdym momencie. Aplikacje mobilne, takie jak Facebook, Google czy Groupon śledzą lokalizację swoich użytkowników w celu zapewnienia wartości dodanej. Działają to zgodnie z podstawową zasadą, wedle której użytkownik udostępnia część swojej prywatności w zamian za wartościowe informacje. W takiej sytuacji dla użytkownika jest oczywiste, że informacje dotyczące jego lokalizacji są śledzone. Jednak są przypadki, w których dla odbiorcy nie jest oczywiste, jakie informacje na jego temat i w jakim czasie są zbierane. Dzieje się tak na przykład, gdy aplikacje takie działają podczas użytkowania urządzeń na inne potrzeby, gdy urządzenia te są nieaktywne lub gdy użytkownik zapomni ich wyłączyć. Mogą z tego wynikać poważne konsekwencje, gdy takie informacje są przykładowo powiązane z serwisami społecznościowymi, jak Facebook, czy Twitter. W skrajnych przypadkach nieuprawniony dostęp do takich informacji może być wykorzystany do popełnienia przestępstwa przeciwko użytkownikowi aplikacji. Ludzie będą odrzucać Internet rzeczy tak długo, jak długo nie zdobędzie on zaufania, że jego wykorzystywanie nie będzie powodować poważnego zagrożenia dla prywatności⁴⁵.

Przez pojęcie bezpieczeństwa danych rozumie się bezpieczeństwo informacji zbieranych przez urządzenia podłączone do sieci. To, co z jednej strony może być rozpatrywane jako korzyść z zastosowania nowoczesnej technologii, z drugiej – może być traktowane jako zagrożenie. Przykładowo, informacja dotycząca miejsca przebywania danej osoby może być bardzo pożądana w przypadku, gdyby osoba ta zaginęła. Jednak udostępnienie informacji o miejscu przebywania danej osoby osobom niepowołanym może być odbierane przez nią jako narażenie jej prywatności na szwank. Zagwarantowanie bezpieczeństwa informacji wiąże się ze spełnieniem kilku wymagań.

⁴² F. Mattern, C. Floerkemeier, *From the...*, s. 1.

⁴³ O. Vermesan i inni, *Internet of Things...*, s. 82 i 86.

⁴⁴ Art. 7 i 8 Karty praw podstawowych Unii Europejskiej, 30.03.2010, Dz. Urz. UE C 83/389.

⁴⁵ L. Atzori, A. Iera, G. Morabito, *The Internet...*, s. 2801.

Informacja musi być dostępna dokładnie wtedy, kiedy jest ona potrzebna. Musi być ona poufna. To jej właściciel lub dysponent ma decydować o tym, które osoby, grupy lub organizacje są uprawnione, aby uzyskać do niej dostęp⁴⁶. Prywatność z jednej strony obejmuje ukrywanie danych osobowych, z drugiej zaś – powinna ona umożliwiać kontrolowanie tego, co dzieje się ze zbieranymi informacjami⁴⁷. Dla bezpieczeństwa informacji, integralność danych musi być zapewniona. Konieczne jest by informacje były precyzyjne, autentyczne, aktualne i kompletne. Wydaje się, że infrastruktura wykorzystywana obecnie do zabezpieczania serwisów internetowych jest niewystarczająca do zarządzania usługami Internetu rzeczy⁴⁸.

V. Podsumowanie

Internet rzeczy przeszedł etap koncepcyjny. Pomimo że jest on w fazie wczesnego rozwoju, w dalszym ciągu pozostaje niejasne, co się stanie, kiedy rzeczy, domy i całe miasta zaczną funkcjonować i komunikować się „inteligentnie” bez ludzkiej świadomej ingerencji. Samo pojęcie Internetu rzeczy nie jest jeszcze precyzyjnie zdefiniowane. Dlatego też trudno jest stwierdzić, jakie są granice tej koncepcji. Trudno jest określić jednoznacznie, które technologie mieszczą się w jego zakresie, a które są z niego wykluczone.

Internet rzeczy powoduje, i w jeszcze większym stopniu będzie powodował w przyszłości, gwałtowny wzrost skali i złożoności funkcjonujących systemów informatycznych i komunikacyjnych. Bez wątpienia, jego główną siłą jest ogromny wpływ, jaki może on wywrzeć na codzienne życie i zachowania potencjalnych użytkowników, zarówno prywatnych, jak i korporacyjnych. Z punktu widzenia konsumentów może on wywierać wpływ na wszystkie dziedziny życia, m.in. w zakresie: rozwoju technologicznego w obrębie domu, opieki zdrowotnej, codziennej pomocy w życiu osobom starszym (*assisted living*) i wspomagania procesu uczenia się. Natomiast w odniesieniu do przedsiębiorców może on wpłynąć m.in. na: automatyzację produkcji przemysłowej, logistykę, zarządzanie poszczególnymi procesami i zarządzanie przedsiębiorstwem oraz transport, przez rozwój inteligentnego systemu transportu ludzi i towarów.

Wraz ze wzrostem liczby urządzeń podłączonych do sieci wzrasta możliwość wykorzystywania technologii pozwalającej na łączenie się nie tylko ludzi, lecz także przedmiotów między sobą, oraz przedmiotów z ludźmi. Internet staje się statycznym archiwum informacji, a nawet dynamicznie rozwijającym się interaktywnym systemem, w którym przedmioty wzajemnie się rozpoznają. Otrzymują one „inteligencję”, dzięki możliwości udostępniania danych o sobie i dostępowi do informacji zbieranych przez inne rzeczy.

⁴⁶ K. Karimi, G. Atkinson, *What the Internet of Things (IoT) Needs to Become a Reality*, White Paper, 2013, s. 12 i 14. Pobrano z: http://www.freescale.com/files/32bit/doc/white_paper/INTOTHNGSWP.pdf (20.08.2014).

⁴⁷ S.F. Gürses, B. Berendt T. Santen, *Multilateral Security Requirements Analysis for Preserving Privacy in Ubiquitous Environments*, [w:] B. Berendt, E. Menasalvas (ed.), *Workshop on Ubiquitous Knowledge Discovery for Users*, 2006, s. 51–64, [za:] R.H. Weber, *Internet of Things – New security and privacy challenges*, *Internet of Things...*, Computer Law & Security Review”, 26/2010, s. 24.

⁴⁸ K. Karimi, G. Atkinson, *What the...*, s. 14.