

## ***Internet of Things* jako narzędzie przebudowy energetyki miast**

*Internet of Things (IoT)* to pojęcie wprowadzone po raz pierwszy w 1999 roku przez Kevina Ashtona, współtwórcę inteligentnych identyfikatorów RFID<sup>1</sup>. Miało ono być określeniem nowego wymiaru Internetu, rozumianego w postaci “żywego” organizmu zbierającego dane bez ingerencji człowieka za pośrednictwem podłączonych do niego sensorów, wypierającego stary - ogólnoswiatową bibliotekę. Internet przedmiotów obecnie definiuje się jako sieć zaprogramowanych urządzeń elektronicznych, zdolnych nawiązać łączność, by wymieniać między sobą zgromadzone i przetworzone informacje usprawniając tym sposobem funkcjonowanie całej struktury i poszerzając zakres usług świadczonych na rzecz użytkownika.

Wpływ technologii *Internetu rzeczy* na przebudowę energetyki miast (we wszystkich kategoriach wg klasyfikacji BŻEP) należy rozpatrywać z perspektywy trzech rynków:

- energii elektrycznej - dominujący udział sektora przemysłu
- ciepła - dominujący udział sektora mieszkalnictwa
- paliw transportowych - dominujący udział sektora transportu

Z uwagi na tak wyraźny udział (ok.  $\frac{2}{3}$  w każdym przypadku) poszczególnych sektorów w poszczególnych rynkach, zasadne jest dalsze rozpatrywanie zastosowań *IoT* w odniesieniu do tychże sektorów.

### **INTERNET OF THINGS W PRZEMYŚLE**

*Internet of Things* w zastosowaniach przemysłowych znany jest pod nazwą *Industrial Internet* (Internet Przemysłowy). Przewodzącym koncernem, rozwijającym tę dziedzinę, jest firma General Electric - lider na rynku urządzeń i technologii m.in. dla branży lotniczej, służby zdrowia, energii, transportu i wydobywania surowców. W ramach współpracy z innymi firmami, z branży ICT, GE wdraża innowacyjną platformę informatyczną - Predix. Predix umożliwia analizę danych, gromadzonych przez inteligentne urządzenia, i przekształcanie ich w użyteczne informacje.

Wśród zastosowań *Przemysłowego Internetu* wymienia się m.in.: przewidywanie i zapobieganie awarii (w oparciu o analizę pracy urządzeń), dynamiczne dostosowanie funkcjonowania urządzeń (produkcja, konwersja, magazynowanie itd.) do potrzeb i wymogów, zmniejszenie zapotrzebowania na energię i surowce oraz produkcji odpadów.

*Industrial Internet* wykorzystuje następujące technologie:

- Big Data - gromadzenie i analiza obszernych ilości danych, gromadzonych przez urządzenia,

---

<sup>1</sup> RFID (Radio-frequency identification) – technologia odczytu (a także zapisu) danych na specjalnych elektronicznych układach; fala radiowa służy zarówno do zasilania układu, jak i przesyłu danych.

- Machine Learning - algorytmy samodoskonalące, umożliwiające “uczenie się” danego urządzenia (programy zauważają zależności między analizowanymi danymi i wyciągają wnioski w oparciu o nie),
- Machine 2 Machine - komunikacja między urządzeniami i automatyczne podejmowanie przez nie określonych decyzji na podstawie uzyskanych wytycznych.

Jednym z pierwszych zastosowań Internetu Przemysłowego jest wyposażenie linii kolejowych koncernu Union Pacific w sensory, umożliwiające bieżący monitoring przejazdu pociągów oraz identyfikację uszkodzeń (np. kół w składach kolejowych), zanim te jeszcze wystąpią. [2]

## ***INTERNET OF THINGS W GOSPODARSTWACH DOMOWYCH - ZARZADZANIE ENERGIĄ ELEKTRYCZNĄ I CIEPŁEM***

Za zarządzanie temperaturą w gospodarstwach domowych odpowiedzialne są termostaty - ich zadanie polega na dostosowywaniu poboru/produkcji energii cieplnej w zależności od bieżącego zapotrzebowania. Dobrze zaprogramowany termostat jest w stanie zredukować zużycie ciepła nawet o 20%. Jednakże użytkownicy często nie programują tych urządzeń ze względu na ich skomplikowanie. W konsekwencji termostaty nie pełnią swojej roli i są w istocie bezużyteczne. Firma Google przejęła w ostatnim czasie firmę oferującą inteligentne termostaty o nazwie NEST. Urządzenia te są autonomiczne - dostosowują ogrzewanie do potrzeb użytkownika, przy równoczesnym dbaniu o maksymalną oszczędność. Zapamiętują rytm dnia domowników i zmniejszają pobór energii cieplnej podczas nieobecności domowników. NEST może być kontrolowany przez Internet za pośrednictwem komputera lub urządzenia mobilnego, co pozwala na dostosowanie odpowiedniej temperatury wewnątrz budynku przed przybyciem użytkownika.

Inteligentny system NEST, oprócz funkcji zarządzania temperaturą budynku, pozwala administrować wykorzystaniem energii elektrycznej przez urządzenia gospodarstwa domowego. Pozwala na to cały wachlarz urządzeń peryferyjnych zaprojektowanych z myślą o tym celu. Najciekawsze z nich pozwalają na dostosowywanie poboru energii do jej obecnej ceny w sieciach typu Smart Grid. Urządzenie monitoruje ceny energii i w momencie ich spadku poniżej pewnej stawki (wynikającej m.in. z obciążenia sieci), uruchamia pranie lub ładuje samochód elektryczny. Dzięki temu użytkownik zmniejsza koszty funkcjonowania i stabilizuje wahania poboru mocy w sieci. W rezultacie NEST pozwala na redukcję zużycia energii elektrycznej i ciepłej nawet do 50%. [3]

## ***INTELIGENTNY TRANSPORT - INTERNET OF THINGS “W PODRÓŻY”***

**Samochody autonomiczne**, połączone w sieć, stworzą jedną z najbardziej owocnych realizacji idei *Internet of Things*. Powodem jest możliwość przekształcenia obecnego skokowego ruchu ulicznego w płynącą rzekę pojazdów. Rozwiązanie ma szansę doprowadzić wręcz do rezygnacji z sygnalizacji świetlnej, ze względu na przewidywalność ruchu samochodów autonomicznych. Użytkownik byłby w stanie bez zatrzymania dojechać do jakiegokolwiek punktu docelowego, czego konsekwencją byłaby znaczna redukcja kosztów transportu, a także emisji dwutlenku węgla do atmosfery. Firma Google pracuje obecnie nad stworzeniem tego modelu. Jego półautonomiczne samochody przejechały obecnie 140 000 km wszelkiego rodzaju dróg w Kalifornii, czyniąc giganta ekspertem w tej dziedzinie. Ponadto firma pracuje nad modelem inteligentnej nawigacji. W oparciu o dane statystyczne, uzyskane z kamer ulicznych, aplikacja Google Maps przewiduje natężenie ruchu na

poszczególnych odcinkach pokonywanej przez użytkownika trasy, a także w czasie rzeczywistym znajduje objazdy występujących po drodze wypadków.

**Inteligentny transport miejski.** *Internet of Things* stanowi potencjalne narzędzie do realizacji celów Unii Europejskiej dot. transportu, zawartych w Białej Księdze [4]. Są wśród nich:

- stopniowe zastępowanie transportu indywidualnego przez zbiorowy - konieczne jest zatem, aby wykorzystanie komunikacji miejskiej było korzystniejsze dla podróżujących od prywatnych samochodów,
- osiągnięcie do roku 2050 niemal zerowej śmiertelności na drogach - znaczna część wypadków drogowych spowodowana jest przez błąd człowieka,
- wdrożenie koncepcji transportu multimodalnego, umożliwiającego transport ludzi i towarów szybko, bezpiecznie i efektywnie - idea ta wymaga niezwykle precyzyjnego skoordynowania rozmaitych środków transportu.

W Polsce realizowane są obecnie liczne projekty, mające na celu tworzenie inteligentnego, zintegrowanego transportu publicznego. Wśród nich wymienić można m.in. Kraków, w którym wdrażana jest koncepcja tzw. Krakowskiego Szybkiego Tramwaju. Składy na linii KST, dzięki zastosowaniu systemu Traffic Tram Supervision System (firmy Siemens), mają priorytet na skrzyżowaniach względem pozostałych pojazdów, także innych tramwajów [5]. Ponadto, wiele przystanków wyposażonych jest w System Informacji Pasażerskiej, podający dokładny czas przyjazdu tramwaju na podstawie jego obecnej lokalizacji - zwłaszcza w godzinach szczytu czas przyjazdu tramwaju nie pokrywa się z zaplanowanym rozkładem.

**Inteligentny system zarządzania ruchem ulicznym.** Do zmiany wszystkich samochodów w autonomiczne jeszcze daleka droga. W między czasie konieczne jest wprowadzenie systemów inteligentnego zarządzania ruchem, jako tymczasowych substytutów samoprowadzących się pojazdów. Jednym z największych problemów ruchu samochodów w aglomeracjach miejskich są korki uliczne. Wywoływane one są między innymi przez źle zaprogramowaną sygnalizację świetlną. Rozwiązanie jest jednak bliżej niż się to wydaje. Od dwóch lat Gliwice posiadają inteligentny system zarządzania transportem dofinansowany ze środków Unii Europejskiej. Składa się on z setek kamer i czujników, rozlokowanych na 70 newralgicznych skrzyżowaniach miasta, pozwalających na automatyczne wykrywanie pojazdów i dostosowywanie ruchu do chwilowego obciążenia. W dodatku system wzbogacony jest o funkcję wykrywania "opóźnionego" autobusu. W momencie, gdy takowy będzie się zbliżał do skrzyżowania, system automatycznie zmodyfikuje bieżącą konfigurację sygnalizacji świetlnej tak, aby usprawnić pojazdowi przejazd.

Warto zwrócić uwagę, że 30% ruchu drogowego wywoływane jest przez kierowców poszukujących miejsca parkingowego. Z rozwiązaniem przychodzi firma Streetline Inc., która wdrożyła w Los Angeles system nawigowania do wolnych miejsc parkingowych za pomocą aplikacji zainstalowanej na urządzeniu mobilnym kierowcy. Ponadto istnieje możliwość filtrowania postojów pod kątem stacji ładowania pojazdu elektrycznego.

Od wyprodukowania pierwszego Forda T w 1908 roku, liczba samochodów przypadająca na jednego człowieka nieustannie rośnie. Niestety, coraz częściej jednym samochodem porusza się tylko jeden człowiek. Powoduje to wzrost zagęszczenia ruchu ulicznego i średniego zużycia paliw kopalnych przez jednego człowieka. Za komfort bezprzesiadkowego dojazdu z punktu startowego do docelowego, społeczeństwo gotowe jest zaciągać ogromne kredyty na samochody osobowe. Jednym ze sposobów rozwiązywania tych problemów jest car-sharing. Koncepcja ta pozwala współdzielić różnego typu pojazdy między użytkownikami. Wzajemne

skoordynowanie potrzeb podróżujących możliwe jest dzięki *Internetowi Rzeczy* - niezbędna jest bowiem komunikacja zarówno klienta z pojazdami (przez smartfon) oraz samej floty pojazdów między sobą. Przykładem firmy zajmującej się car-sharingiem jest Car2Go. Dba ona o stworzenie takiej infrastruktury w wielu krajach - obecnie ich elektryczne Smartys Fortwo jeżdżą po 32 miastach na całym świecie. Aby z takiego skorzystać, wystarczy uruchomić aplikację na smartfonie bądź tablecie i wyszukać najbliższy zaparkowany pojazd. Ponadto po zaprzestaniu korzystania z samochodu, aplikacja automatycznie ściąga z konta należną kwotę za wykonany przejazd.

*Internet of Things*, przez wiele lat traktowane jako wizja przyszłości, obecnie jest wprowadzane przez firmy z całego świata. Rewolucja, przewidywana przez ekspertów w związku z wdrożeniem tej technologii, porównywana jest z rewolucją przemysłową przełomu XVIII i XIX wieku. Jednakże rzeczywistych zmian wywołanych przez inteligentne przedmioty i urządzenia, komunikujące się z ludźmi i innymi urządzeniami i wymieniającymi ogromne ilości danych, na obecnym etapie nikt nie jest w stanie dokładnie przewidzieć. Tym niemniej przybliżone określenie wpływu *Internetu Rzeczy* na kształtowanie energetyki miast może być podejmowane już dziś.

Opracowanie: Łukasz i Marcin Kordas na podstawie:

[1] <http://www.informationweek.com/it-leadership/union-pacific-delivers-internet-of-things-reality-check/d/d-id/1105644>

[2] <http://www.industrialinternet.us/revive/>

[3] <https://nest.com/downloads/press/documents/energy-savings-white-paper.pdf>

[4] [BIAŁA KSIĘGA. Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu, Komisja Europejska, 28 Marzec 2011.](#)

[5] <http://kmkrakow.pl/informacje-o-systemie-kmk/infrastruktura/136-dynamiczna-informacja-pasazerska.html>

**Komentarz (ŁK):** *Internet of Things* stanowi potencjalnie bardzo przydatne narzędzie w procesie przebudowy energetyki miast. Pozwala na pozyskiwanie rzeczywistych danych dot. zużycia energii, a nie prowadzenie analiz w oparciu o prognozowanie i szacowanie. Dzięki temu podejmowane działania, mające na celu redukcję zapotrzebowania, będą o wiele bardziej skuteczne. Tym niemniej, *IoT* sam w sobie nie stanowi gotowego rozwiązania na problem przebudowy energetyki miast. Niejednokrotnie bowiem zwiększenie efektywności w jednym obszarze gospodarki nie powoduje redukcji zapotrzebowania (zaoszczędzone zasoby są kierowane do innych obszarów), a czasem wręcz jej wzrost (obniżenie kosztów powoduje większy popyt lub rozpowszechnienie technologii – choć jednostkowo zużywane jest mniej energii/zasobów, to sumarycznie zapotrzebowanie wzrasta<sup>2</sup>). Dlatego też ważne jest traktowanie *Internetu Rzeczy* jako elementu towarzyszącego całemu procesowi transformacji energetycznej obszarów miejskich.

---

<sup>2</sup> Zjawisko to znane jest pod nazwą paradoksu Jevonsa.

**Komentarz (MK):** *Internet of Things* ma ogromny potencjał i może znaleźć zastosowanie w niemal wszystkich dziedzinach naszego życia. Niewątpliwie jest on kluczem do zoptymalizowania wielu procesów w dziedzinie energetyki oraz Smart City. Inteligentne zarządzanie poborem mocy w skali dobowej, tudzież szybsza interwencja w przypadku wykrycia awarii bądź anomalii, przyczyni się do zwiększenia stabilności systemu. Jednakże dostępny na rynku wachlarz urządzeń bazujących na *IoT* ma w większości charakter konsumencki. Tworzy się zabawki, a nie faktyczne usprawnienia. Znacznie mniej jest rozwiązań możliwych do wykorzystania w energetyce, zarówno dla aglomeracji, jak i dla indywidualnego pro-/konsumenta. Niewielki rozwój tych dziedzin powoduje, że jak dotąd nie mamy faktycznego wyobrażenia o możliwościach *Internet of Things*. Z tego powodu większość opracowań dotyczących *IoT* jest pewnego rodzaju wizjonerstwem, opartym w przeważającym stopniu na przypuszczeniach, a znacznie mniejszym na badaniach lub faktycznych rozwiązaniach.