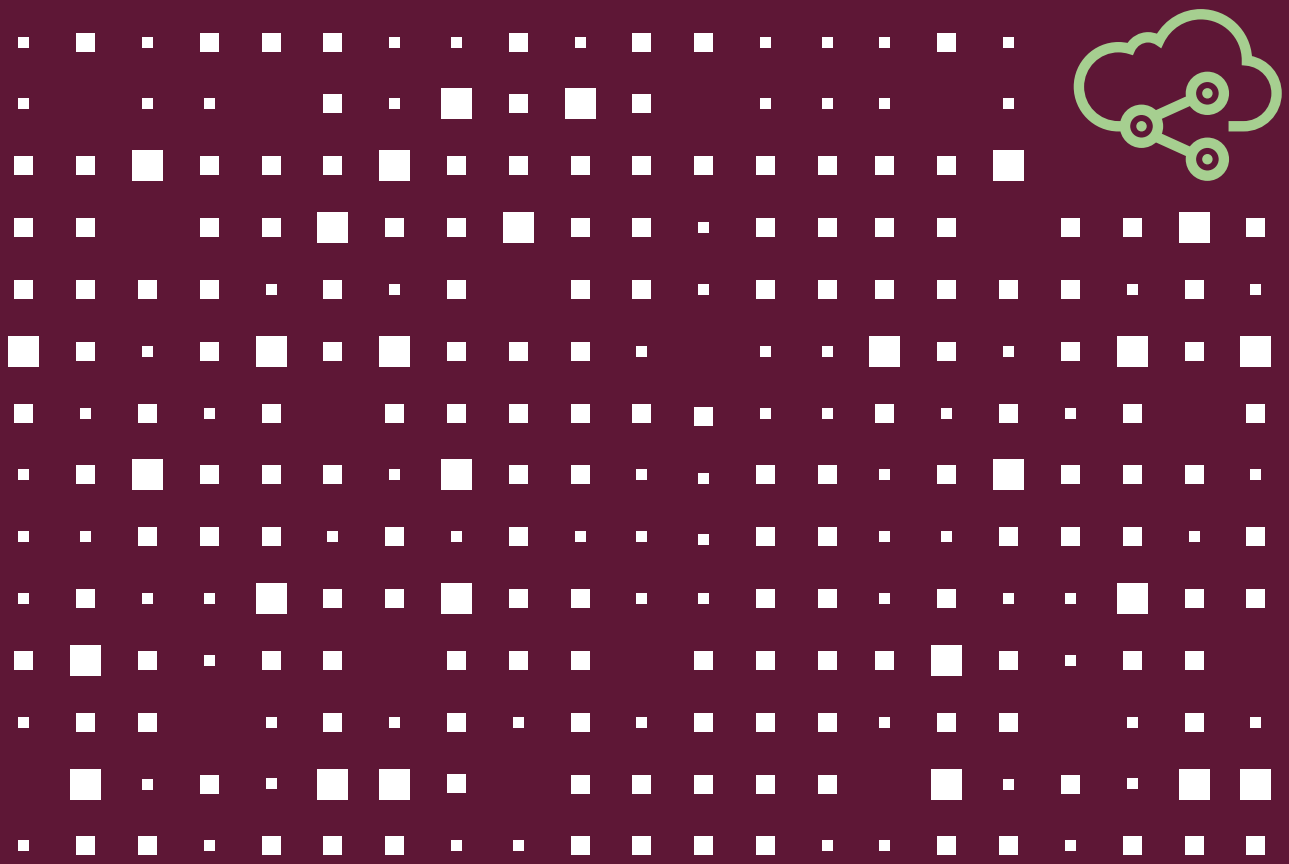


OD CHMURY DO INTERNETU RZECZY

Droga do cyfrowego przemysłu

CEZARY MYCHLEWICZ

DYREKTOR DS. MARKETINGU BRANŻ PRZEMYSŁOWYCH W FIRMIE SIEMENS

Szanowni Państwo,

Internet Rzeczy już obecnie ma znaczący wpływ na rozwój przemysłu, a z czasem jego znaczenie będzie jeszcze bardziej rosło. Czekają nas fundamentalne zmiany w samych produktach, z których korzystamy, jak i w działaniu firm na rynku podlegającym cyfrowej transformacji.

Oddając w Państwa ręce ten dokument chcemy przede wszystkim pokazać jak szerokie pole zastosowań ma Internet Rzeczy (ang. Internet of Things - IoT) i jak bardzo zmieni nasze życie, sposób wytwarzania i funkcjonowania praktycznie wszystkich branż. W pierwszej części pokazujemy zastosowania różnych rozwiązań Internetu Rzeczy, następnie opisujemy Siemens MindSphere i jego możliwości. MindSphere to oparty na chmurze obliczeniowej system operacyjny IoT umożliwiający cyfrową transformację w każdej dziedzinie przemysłu. Rozwiązanie to umożliwia tworzenie aplikacji i usług opartych na danych, pozwala zarządzać konserwacją, wykorzystywać dane z produkcji i optymalizować zasoby.

Internet Rzeczy wymusi transformację biznesu. Firmy zmodernizują swoje modele biznesowe i zoptymalizują procesy, dzięki IoT powstaną nowe produkty i usługi online. Tak stanie się na całym świecie, dlatego polskie firmy już teraz muszą opracować strategie oraz plany pozwalające wykorzystać IoT i przekształcić wszystkie aspekty swojej działalności w taki sposób, by nie przegapić rewolucji technologicznej. Należy pamiętać, że rozwój Internetu Rzeczy nie jest możliwy bez zapewnienia bezpieczeństwa infrastruktury. Do osiągnięcia sukcesu kluczowe jest stworzenie właściwych warunków ochrony informatycznej tworzonych w chmurze rozwiązań pozwalające zagwarantować bezpieczeństwo inwestycji.

Cezary Mychlewicz

5 WSTĘP

27 SIEMENS MINDSPHERE POMAGA OPTYMALIZOWAĆ PRZEMYSŁ

32 PRZYKŁADY ZASTOSOWAŃ MINDSPHERE

45 NIE MA PRZEMYSŁU BEZ CHMURY

52 CYBERBEZPIECZEŃSTWO

59 CO NAS CZEKA? - PRZYSZŁOŚĆ INTERNETU RZECZY

63 KOMENTARZE EKSPERTÓW Z RYNKU

68 SŁOWNIK

70 BIBLIOGRAFIA

WSTĘP

DOMINIKA BETTMAN

PREZES ZARZĄDU SIEMENS POLSKA

„Internet Rzeczy" dla wielu może wydawać się nowością technologiczną, jednak z punktu widzenia Siemensa funkcjonalność ta rozwijana jest od bardzo dawna.

Początkowo rozwiązania z tego obszaru miały na celu przede wszystkim pomóc firmom produkcyjnym w zbieraniu informacji z czujników, przeprowadzaniu analityki predykcyjnej w czasie rzeczywistym, a następnie przekazywaniu wyników osobie podejmującej decyzję lub bezpośrednio do systemu sterowania. Dzisiaj już wiemy, że pole zastosowań Internetu Rzeczy jest ogromne, że możliwe jest wykorzystanie go w takich dziedzinach jak medycyna, rolnictwo, inteligentne miasta czy transport.

Rynek IoT rośnie bardzo szybko. Według IDC wydatki na Internet Rzeczy wyniosły w 2018 roku 722,5 miliarda dolarów, czyli o 14,6% więcej od szacunkowych wydatków w 2017 roku. W 2020 roku ich wartość ma osiągnąć 1 bilion USD, a w 2021 roku[1] 1,1 biliona dolarów. Siemens podchodzi do Internetu Rzeczy w sposób szczególny. Dla nas Internet Rzeczy jest wyjątkowo ważny, mamy wobec tego obszaru technologii szczególne oczekiwania i wiążemy z nim swoje nadzieje na przyszłość.

Obecnie w strategii firmy Siemens kładzie się większy nacisk na pomaganie klientom w projektowaniu własnych zasobów produkcyjnych i optymalizację całego łańcucha wartości produkcji. Dostarczane są również narzędzia pomagające projektować produkty i automatykę. Oferujemy oprogramowanie wspomagające optymalizację wydajności. Gromadzone dzięki IoT dane mogą zostać ponownie wykorzystane w oprogramowaniu projektowym, co umożliwia ulepszanie przyszłych produktów. W ten sposób powstaje pętla sprzężenia zwrotnego. Można

łączyć ze sobą dane produkcyjne, dane produktów i dane dotyczące zarządzania cyklem życia produktu. Siemens stworzył narzędzia programowe, które pomagają klientom symulować zachowanie się produktu w oparciu o technologię cyfrowego bliźniaka (Digital Twin). Z kolei przeznaczony dla IoT system operacyjny MindSphere wspiera analizę danych pozyskiwanych od maszyn i fizycznej infrastruktury, pomagając tworzyć nowe usługi i modele biznesowe, oszczędzać koszty i efektywniej wykorzystywać posiadane zasoby. Docelowo technologie Przemysłowego Internetu Rzeczy (IIoT) umożliwią powstawanie inteligentnych fabryk z zaawansowanymi modelami produkcyjnymi. W fabrykach tych maszyny będą w dużej mierze automatycznie „programowane" na podstawie spływających zamówień. Będą wspierane przez łańcuchy logistyczne, układające się w sekwencje logiczne, używające gotowych reguł, dostarczając surowców i materiałów montażowych na linie produkcyjne i wysyłając gotowe towary.

Wdrażanie technologii IoT jest częścią „podróży" naszej firmy w kierunku kolejnego etapu modernizacji produkcji oraz logistyki. Jest częścią filozofii określanej mianem Przemysłu 4.0, czwartej rewolucji przemysłowej, charakteryzującej się systemami cyber-fizycznymi i wykorzystującej technologię cyfrowych bliźniaków. Ale dla wielu, jeśli nie dla większości współczesnych fabryk, „podróż" w kierunku modernizacji jest bardziej ewolucją niż rewolucją. Platformy oparte na chmurze, takie jak Siemens MindSphere, mogą przyspieszyć postęp, zmniejszając jednocześnie koszty przemian technologicznych.

Zastosowania Internetu Rzeczy

Według danych firmy Intel w 2006 roku na świecie było około 2 miliardy urządzeń działających w Internecie Rzeczy (Internet of Things), a według szacunków już niebawem, bo do 2020 roku będzie ich już 200 miliardów. Oznacza to mniej więcej 26 urządzeń na każdego żyjącego na świecie człowieka.[2]

Już niebawem Internet Rzeczy zagości na dobre w naszym najbliższym otoczeniu. Większość wyposażonych w IoT urządzeń użytkowana będzie poza domami, chociaż Intel zalicza do nich także zwykłe telefony komórkowe, tablety, urządzenia przenośne, lodówki, czy ekspresy do kawy. Równie istotny wpływ wywrze ta technologia na poszczególne dziedziny gospodarki - od rolnictwa po służbę zdrowia. Znaczną część urządzeń IoT stanowić będą czujniki umieszczone w innych urządzeniach, a nawet w ciele pacjentów. Wielość zastosowań Internetu Rzeczy może zaskakiwać: od rozpoznawania twarzy w systemach bezpieczeństwa po inteligentne sygnalizatory świetlne, zoptymalizowane sieci energetyczne, inteligentne zarządzanie zużyciem wody, liczniki parkowania i tysiące innych, jeszcze nieodkrytych możliwości.

Internet Rzeczy już od kilku lat wkracza w nasze życie. Współczesne samochody zjeżdżające z linii montażowych, zanim jeszcze przejadą pierwszy kilometr, łączą się z Internetem. Gotowe do podłączenia z Internetem samoloty produkowane są przez zakłady lotnicze Airbus i Boeing. Także przemysł naftowy i gazowy, żegluga i inteligentne miasta wyposażane są w IoT. Urządzenia Internet of Things znajdziemy także w przemyśle, gdzie ma swoją nazwę własną - Przemysłowy IoT.

Według firmy badawczej IDC wydatki na Internet Rzeczy wyniosły w 2018 roku[3] 722,5 miliarda dolarów, czyli o 14,6% więcej od szacunkowych wydatków w 2017 roku. W 2020 roku ich wartość ma osiągnąć 1 bilion USD, a w 2021 roku - 1,1 biliona dolarów.

Przemysłowy Internet Rzeczy

Powstała w 1973 roku fabryka motocykli Harley-Davidson w York w Pensylwanii[4] zaczynała od typowej linii montażowej.

Pomimo upływu czasu marka pozostała silna, a odzwierciedleniem tej siły jest dostosowanie się do współczesnych wymagań klientów. Sześć lat temu systemy produkcyjne Harley-Davidson wyposażone zostały przez Cisco w dużą liczbę czujników połączonych z systemami wykonawczymi produkcji, zbierającymi dane z hali fabrycznej, pozwalającymi wykrywać wszelkie nieprawidłowości w procesie wytwarzania. Właśnie dzięki informacjom zebranym z czujników udało się wykryć, że konstrukcja tylnego błotnika powoduje opóźnienia w procesie produkcji całej maszyny. Dlatego zdecydowano się na przeprojektowanie tego elementu w taki sposób, aby wszystkie podzespoły we właściwym czasie przesuwały się po linii produkcyjnej, co pozwoliło usprawnić proces wytwarzania. W pomieszczeniach malarni fabryki Harley-Davidson czujniki wykorzystywane są do badania warunków, w tym m.in. do sprawdzania przepływu powietrza, wilgotności, pozwalających stwierdzić, czy są one optymalne w procesie malowania, ułatwiając podjęcie odpowiednich kroków w razie potrzeby. Należy stwierdzić, że wyposażenie linii produkcyjnych w Przemysłowy Internet Rzeczy to kosztowna inwestycja. Można jednak wykazać, że jest ona opłacalna. **Według informacji podanych przez dostawcę systemu dla Harley-Davidson fabryka może obecnie wyprodukować w tym samym czasie o 25% więcej motocykli ponosząc przy tym niższe koszty produkcji.** Przełomem, który dokonał się za sprawą Internetu Rzeczy jest jednak skrócenie czasu realizacji zamówienia. Przed jego wdrożeniem wyprodukowanie pojedynczego motocykla, jednego z 1700 dostępnych wersji, zajmowało 21 dni. Obecnie jest to zaledwie 6 godzin.

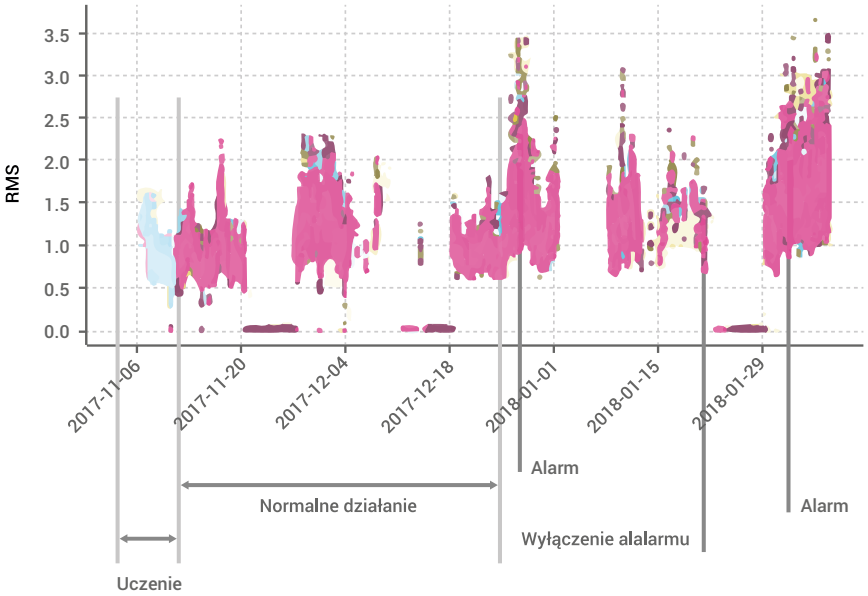
Podobnie jak Harley-Davidson, także fabryki Siemensa produkujące programowalne sterowniki wyposażone zostały w czujniki śledzące na bieżąco parametry produkcji. Dotyczy to zarówno fabryki w Ambergu w Niemczech, jak Chengdu w Chinach, skąd rocznie z linii produkcyjnych schodzi po około 12 milionów urządzeń. Zainstalowane w tych fabrykach mikroczujniki śledzące proces montażu pomogły firmie praktycznie wyeliminować defekty. **Statystyki mówią, że 99,99885% sterowników PLC produkowanych w tych zakładach pozbawionych jest jakichkolwiek defektów.**

Natychmiastowy dostęp do dostarczanych z czujników informacji pozwala przede wszystkim skrócić czas przestojów maszyn, ponieważ menedżerowie mogą wykryć wąskie gardła w procesach produkcji. Możliwe jest też usuwanie problemów związanych z utrzymaniem maszyn, zanim nastąpi przerwa w działaniu całej linii produkcyjnej skutkująca stratami finansowymi. Firma Accenture podała, że **technologia Internet of Things pomaga w obniżeniu średnich kosztów napraw o 12%, kosztów konserwacji o 30%, a przestojów nawet o 70%**[5]**.** Dzięki inteligentnym systemom zarządzania energią przemysłowy Internet Rzeczy pozwala również zaoszczędzić na energii elektrycznej, jednym z najistotniejszych kosztów w fabryce. Technologia IoT pozwala wykrywać m.in. największe odbiorniki energii, można także lepiej zarządzać dostawami prądu, dostosowując godziny pracy maszyn, poprzez zastosowanie właściwego harmonogramu, pracy do cenników energii elektrycznej zmieniających stawki w zależności od pory doby. Jeff Immelt, prezes GE, ujął zmiany wiążące się z optymalizacją poprzez zastosowanie IoT następującymi słowami: **„Jeśli wieczorem położyłeś się spać jako firma przemysłowa, rano wstaniesz jako firma zajmująca się oprogramowaniem i analizą."**

W ekonomii przemysłu szczególne znaczenie odgrywa wczesne wykrywanie awarii, czyli konserwacja predykcyjna. Niezależnie od tego, która kategoria sprzętu zawodzi i powoduje przerwy w pracy, ze statystyk wynika, że koszty przestojów wynoszą średnio od 30 000 USD w zakładach przetwórstwa żywności do 87 000 USD w przemyśle petrochemicznym i nawet 200 000 USD w fabryce motoryzacyjnej[6]. Najnowsza technologia IoT umożliwia monitorowanie stanu urządzeń, opierając się na tanich i niskoenergetycznych czujnikach Internetu Rzeczy połączonych z analizą informacji w chmurze i sztucznej inteligencji (AI). Awarie skutkują także koniecznością ponoszenia kosztów naprawy i wymiany sprzętu, jak również odpowiadają za koszty niedotrzymania umów wynikających z opóźnień w dostawach. Stosowane obecnie rozwiązania wykorzystują algorytmy i analitykę danych, pomagając przewidywać problemy lub awarie. W przeciwieństwie do tradycyjnych rozwiązań monitorowania stanu, współczesna technologia IoT nie wymaga infrastruktury przewodowej, serwerów ani anten i jest łatwiejsza do zintegrowania z istniejącą infrastrukturą. Sygnalizatory Bluetooth Low Energy (BLE) z czujnikami wibracji i temperatury mogą być instalowane w każdym rodzaju przemysłu i każdym zakładzie, ułatwiając monitorowanie w czasie rzeczywistym cyklów pracy, temperatury i wibracji. Rozwiązania te oparte są na cyklu uczenia i eksploatacji. Etap uczenia pozwala poznać podstawową charakterystykę drgań każdego urządzenia, na którym zainstalowany jest sygnał. Dzięki pozyskanym informacjom rozwiązanie generuje modele normalnej aktywności. W trakcie właściwej eksploatacji identyfikowane są znaczące odchylenia od wzorca zachowania urządzenia, a w przypadku wykrycia anomalii przekazywana jest informacja o zmianach pozwalająca podjąć kroki mające na celu zapobieganie awarii i ograniczenie przestojów. Predykcyjne narzędzia konserwacji dostarczane są wraz z usługami w chmurze działającymi w modelu „oprogramowanie jako usługa" (SaaS).

Rozwiązania te znajdują już praktyczne zastosowania w zakładach pracy. Jeden z największych na świecie producentów stali monitoruje temperaturę i drgania silnika w środowisku o temperaturze od 70 do 80 stopni Celsjusza. Dzięki tym danym możliwe stało się usprawnienie strategii konserwacji predykcyjnej i redukcja nieplanowanych przestojów urządzeń w całym zakładzie.

Okazało się, że stosowana technologia pozwala wykrywać problemy często pomijane podczas rutynowej kontroli. Dotychczas nawet największe zakłady, ze względu na koszty, nie mogły pozwolić sobie na wdrożenie rozwiązań monitorowania stanu wszystkich urządzeń, dlatego koncentrowały się na tych o krytycznym znaczeniu oraz najkosztowniejszych. Obecnie, dzięki nowej technologii pozwalającej monitorować stan całych linii produkcyjnych, zakłady mogą zapobiegać nieplanowanym przestojom i nieoczekiwanym naprawom oraz wymianie sprzętu. Łącząc sygnały nawigacyjne Bluetooth z opartym na chmurze silnikiem analitycznym wspartym algorytmami sztucznej inteligencji, najnowsze rozwiązania radzą sobie z tymi wyzwaniami w zupełnie inny sposób niż w przeszłości. Zapewniają one zakładom produkcyjnym szybki i łatwy sposób na zebranie i monitorowanie danych potrzebnych do prowadzenia programów konserwacji predykcyjnej.



Wykrywanie awarii silnika na podstawie niezgodności stanu pracy urządzenia z nauczonym i zapamiętanym wzorem pracy prawidłowej. Metoda analizy szeregów czasowych Z-axis root mean square (RMS).

Motoryzacja[7]

Przyszłość motoryzacji to inteligentne pojazdy, a nieco dalsza – pojazdy autonomiczne.

W maju 2015 roku Freightliner (spółka Daimlera) otrzymała licencję stanu Nevada na pierwszą na świecie ciężarówkę „Inspiration Truck", która przejechała samodzielnie, choć pod nadzorem człowieka, już 15000 kilometrów testów na drogach stanowych.

Do czołowych innowatorów w dziedzinie rozwiązań Internetu Rzeczy dla motoryzacji zaliczyć można także amerykańskiego producenta samochodów elektrycznych – Teslę. Nowy sedan tego dostawcy nie tylko sygnalizuje kończącą się energię w bateriach, ale także system nawigacji samochodu pozwala doprowadzić kierowcę do najbliższej stacji ładującej. Samochód najnowszej generacji Elona Muska został wyposażony w autopilota wykorzystującego połączenie czujników z radarem i kamerą 360 stopni, ułatwiając poruszanie się po otwartych drogach. Umożliwia także prostsze parkowanie. Aparat odczytuje również ograniczenia prędkości i ostrzega kierowcę, aby zwolnił, a wypięcie pasów sygnalizowane jest ruchem fotela kierowcy. Tesla S jest ustawicznie usprawniana dzięki wewnętrznemu oprogramowaniu podłączonemu do Internetu i wysyłającemu inżynierom firmy ciągły strumień danych. Od czasu wyprodukowania pierwszego modelu tego samochodu programiści już kilkakrotnie ulepszyli software zwiększając zasięg pojazdu. **Ulepszenia pozwalają także ostrzegać kierowcę o pozostających poza jego polem widzenia samochodach w tzw. martwym punkcie i automatycznie przyciemnić światła, gdy zbliża się do nich inne auto.**

Od niedawna montowane w samochodach takich jak wspomniana Tesla rozwiązania Advanced Driver Assisted System (ADAS[8]) ułatwiają podejmowanie decyzji za kierowcę. Nie są one jednak doskonałe. Wydarzenia raportowane przez kierowców świadczą o tym, że system utrzymywania bezpiecznej odległości między samochodem jadącym przed nami nie zawsze się sprawdza. Czasami reakcje automatu bywają przesadzone i prowadzą do tworzenia niebezpiecznych sytuacji na drodze. W Norfolk, w Wielkiej Brytanii, firma Ansible Motion stworzyła symulator Delta Driver-in-the-Loop (DIL), który oprócz algorytmów testuje reakcje kierowcy na wszystkie nowe systemy ADAS, które producenci samochodów planują dla swoich najnowszych modeli. Z kolei w centrum badawczym w Dolinie Krzemowej zespół inżynierów i programistów udoskonala model samochodu Mercedes-Benz,

który może wchodzić w interakcje ze smartfonem, zbierając informacje o planowanych przez kierowcę spotkaniach i proponować najlepszą trasę dotarcia do punktu docelowego, wyświetlając informacje o ruchu drogowym w czasie rzeczywistym.

Firma badawcza Gartner szacuje, że do 2020 roku na światowych drogach będzie poruszać się aż 250 milionów samochodów połączonych z Internetem, a część z nich będzie mogła już jeździć samodzielnie. Celem tych innowacji jest nie tylko ułatwienie życia kierowcom, ale także poprawa bezpieczeństwa. Każdego roku na świecie dochodzi do około 8 milionów wypadków drogowych, których ofiarami śmiertelnymi jest aż 1,25 miliona ludzi.[9]

Dział Smart Connected Vehicles firmy Cisco zakłada, że autonomiczne samochody pozwolą wyeliminować aż 85% zderzeń czołowych. Technologia ta, dzięki powiadamianiu o wzajemnej lokalizacji, pomoże także w zmniejszeniu ruchu, ponieważ pojazdy będzie można prowadzić w bliższej odległości niż pojazdy kierowane przez ludzi. Specjaliści ds. ruchu drogowego nazywają to „plutonowaniem" (ang. platooning) czyli upakowaniem większej liczby samochodów w tej samej przestrzeni na drodze. Według specjalistów pozwoli to zaoszczędzić kierowcom co najmniej 90 miliardów godzin, które obecnie spędzają każdego roku w korkach, generując 220 milionów[10] ton ekwiwalentu węgla i marnując co najmniej 1 bilion dolarów na koszty paliwa i utratę produktywności.

Samoloty, kolej i transport morski

Przemysł lotniczy zawsze konserwatywnie podchodził do wprowadzania nowych technologii, czego przykładem może być choćby amerykański system kontroli ruchu lotniczego, który wciąż działa w oparciu o infrastrukturę komputerową zbudowaną jeszcze w latach 70. XX wieku.

I do pewnego stopnia jest to zrozumiałe: na 10 tys. metrów konsekwencje nawet drobnej usterki mogą być katastrofalne i właśnie z tego powodu lepiej jest korzystać z technologii starych, ale testowanych latami, niż nowoczesnych i potencjalnie efektywniejszych, ale o których wiemy znacznie mniej z doświadczenia. Zmiany wynikające z wdrażania technologii Internetu Rzeczy, wprawdzie powoli, ale jednak postępują. Już teraz czujniki w silnikach samolotów znajdujących się w powietrzu mogą wykrywać pojawiające się problemy, identyfikując je m.in. poprzez pomiar temperatury spalin silnika odrzutowego i przekazując informacje zarówno pilotom jak i załogom naziemnym. GE, dostawca rozwiązań dla przemysłu lotniczego, opracował narzędzie, które mierzy zużycie paliwa i delikatnie przesuwa klapy sterujące, aby optymalizować ich ustawienie i zmniejszyć niepotrzebny opór powietrza. Technologia ta pomogła linii Alitalia

obniżyć zużycie paliwa o 1% w skali roku. Biorąc pod uwagę wydatki branży lotniczej na paliwo, które wynoszą około 30 miliardów dolarów rocznie, nawet ten 1% pozwala zaoszczędzić wielomilionowe sumy każdemu z przewoźników.

Również branża kolejowa powoli wprowadza technologię Internetu Rzeczy. Brytyjska sieć Rail Telecom i Cisco są w trakcie instalowania czujników na torach oraz w ich pobliżu, pozwalających informować o konieczności konserwacji danego odcinka torów, alarmując także o zagrożeniach związanych z osunięciami się ziemi lub powodziami. Pozwala to skrócić czas potrzebny na inspekcje kolejowe o około 1,3 miliona godzin. Zmiany wprowadza także kolej amerykańska. Osoby dojeżdżające do Nowego Jorku dzięki technologii Internet of Things mogą cieszyć się z krótszego czasu podróży. Na potrzeby miejskiej linii metra Canarsie zainstalowano niedawno tory i pociągi wyprodukowane przez Siemensa, które potrafią precyzyjnie zlokalizować każdy z pojazdów, z dokładnością znacznie większą niż stary automatyczny system sygnalizacji. Pozwala to informować zarządzających ruchem pociągów o lokalizacji innych pojazdów w oparciu o dokładniejsze dane. Dzięki temu przerwy między nimi nie muszą być aż tak duże i można „upakować" ich znacznie więcej na tej ruchliwej trasie - do 26 na godzinę, zamiast 15 wcześniej.

Internet Rzeczy wykorzystywany jest także w logistyce i transporcie morskim. W ostatnich latach główny port przeładunkowy Niemiec - Hamburg stanął w obliczu problemów wynikających z nadmiernego ruchu. Znaczna część z około 550 ciężarówek, które przyjeżdżały do portu każdego dnia musiała czekać godzinami w długich kolejkach na przybycie swoich statków lub zmuszona była do korzystania z parkingów w pobliżu portu. Ponieważ każdego roku wyładowuje się tam 10 000 statków, często zdarzało się, że zbyt wiele z nich przybyło naraz, blokując port i „korkując" przeładunek. Ze względu na gęstą zabudowę, rozbudowa portu nie wchodziła w grę, jednak dzięki projektowi, w którym zastosowano rozwiązania Cisco i SAP, dziewięć milionów przybywających do Hamburga kontenerów może być efektywnie zarządzanych poprzez dokładne harmonogramowanie godzin przybycia usprawniające odbiór i wysyłkę towarów w ciężarówkach w trybie just-in-time. Dzięki temu systemowi kierowcy ciężarówek mogą także rezerwować miejsca postojowe na parkingach, co skraca czas potrzebny na poszukiwanie miejsca dla pojazdów i odciąża ruch lokalny.

Inteligentne miasta

ONZ prognozuje, że do 2030 r. dwie trzecie ludności świata będzie zamieszkiwać w gęsto zaludnionych tzw. megamiastach.

Przyszłość połączonych społeczności, usług i procesów w przestrzeniach miejskich jest niezaprzeczalnie godną podziwu wizją. Przeprowadzone w 2017 r. na potrzeby Parlamentu Europejskiego analizy pokazują, że w Unii jest już 240 miast[11] liczących ponad 100 000 mieszkańców mogących poszczycić się funkcjami charakterystycznymi dla tzw. inteligentnych miast (technologiami poprawiającymi wykorzystanie energii, systemami transportowymi zbierającymi i wykorzystującymi informacje lub inną infrastrukturą). Inteligentne Miasta i Społeczności – Europejskie Partnerstwo Innowacyjne (Smart Cities and Communities European Innovation Partnership) przewiduje, że do końca 2019 r. będzie już 300 takich miast. Jednocześnie będą się one coraz bardziej rozrastać i łączyć ze sobą.

Rosnąca gęstość zaludnienia miast, starzejące się sieci dystrybucji wody i rosnące koszty energii będą w dużej mierze wywierać presję na rozwój rozwiązań mających na celu oszczędność jej zużycia, zwłaszcza w dużych miastach. Według analiz Banku Światowego na całym świecie tracone są z powodu wycieków z sieci dystrybucji 32 miliardy metrów sześciennych uzdatnionej wody. Z analiz wynika, że łącznie wodociągi miejskie dostarczają rocznie aż 16 miliardów metrów sześciennych wody, które nie są naliczane z powodu błędów pomiarowych i kradzieży. Podjęcie kroków mających na celu zapobieganie tym stratom jest priorytetem włodarzy w wielu miastach. Według najnowszego raportu Global Market Insights do 2024 roku globalny rynek inteligentnego pomiaru wody ma wzrosnąć z obecnej wartości rynkowej ponad 787 milionów EUR do ponad 2,62 miliarda EUR[12]. Zastosowanie systemów inteligentnych pomiarów wody AMI wiąże się z szybkim wykrywaniem wycieków, zmniejszeniem ubytków i poprawą zaopatrzenia w wodę. Systemy te oferują zaawansowane możliwości analizy danych pozwalając lepiej mierzyć przepływy i szybciej sygnalizować nieszczelności w instalacjach.

Dell EMC[13] i Nokia wraz z Blue Turtle Associates, Aratos Systems, Circle Lines, City Hub, SPIE, University of Delft oraz regionalna administracja Zuid-Holland (Południowej Holandii) zaangażowały się w proces stworzenia wspólnej przestrzeni informacyjnej logistyki inteligentnego miasta (Common Information Space for Smart City Logistics). Powstała w wyniku tej inicjatywy wspólna przestrzeń informacyjna łączy cały łańcuch

logistyczny w mieście i jego okolicach. Platforma zbudowana w oparciu o technologie Internetu Rzeczy i blockchain dostarczane przez Dell EMC i Nokię służyć będzie do przechowywania, zarządzania danymi, komunikacji i analiz. Holandia to obszar z dużą liczbą kanałów wodnych służących zarówno do komunikacji i transportu jak i magazynowania wody, które obecnie są w dużym stopniu niewykorzystywane. Dzięki rozwojowi nowoczesnych, cichych i ekologicznych półautonomicznych barek, towary mogą być przewożone środkami transportu wodnego zamiast ciężarówkami. Zautomatyzowana i zdigitalizowana barka wodna zasilana wodorem będzie połączona i kontrolowana poprzez chmurę za pomocą platformy Nokia IMPACT IoT i platformy Digital City Accelerator Dell EMC, uzupełnionej technologią hydraulicznych kładek Ampelmann służących do załadunku i rozładunku na lądzie.

Zdrowie

Żyjemy coraz dłużej, więc należy pamiętać, że osoby starsze wymagają szczególnej opieki medycznej.

W niektórych społeczeństwach liczba seniorów przewyższa liczę dzieci. Już teraz blisko 15% Kanadyjczyków ma co najmniej 65 lat, a w ciągu dwóch dziesięcioleci odsetek ten wzrośnie do niemal 23%.

Z pomocą idzie technologia IoT. Nowa generacja czujników pozwala stwierdzić, czy stan leczących się na różne choroby pacjentów przebywających w domu pogorszył się i natychmiast przekazać te informacje do zespołów opieki zdrowotnej. Firma Philips stworzyła „tabletkę", która sama sygnalizuje kiedy należy wziąć leki wysyłając jednocześnie wiadomość do członka rodziny lub pielęgniarki potwierdzającą, że pacjent nie zapomniał o codziennej kuracji. Philips Healthcare pracuje też nad interfejsem, który pozwoli komfortowo komunikować się z systemami zdrowotnymi zarówno ludziom młodym używającym smartfonów, jak i osobom wiekowym z chorobami zwyrodnieniowymi i demencją. Firma ta opracowuje także urządzenia używane w placówkach neonatologicznych do monitorowania wcześniaków. Ponieważ na ciele noworodka nie można bezpośrednio umieścić czujników, dlatego używane są kamery o wysokiej rozdzielczości służące do monitorowania koloru skóry, oddechu i temperatury, ostrzegając pielęgniarki o wszelkich nieprawidłowościach. Ta sama technologia pomoże lekarzom i pielęgniarkom w opiece i monitorowaniu większej liczby pacjentów zarówno w domu, jak i w szpitalu. Inteligentne łóżka, które są obecnie używane w nowojor-

skim prezbiteriańskim szpitalu pozwalają natychmiast stwierdzić, czy pacjent wstał i wysłać powiadomienie zespołowi pielęgniarek. Rozwojowi tej dziedziny technologii sprzyja obniżka kosztów inteligentnych czujników. Obecnie jest to zaledwie 50 centów, a w 2020 roku koszt ten ma spaść do 38 centów. Jednocześnie rozwiązania te będą coraz bardziej zaawansowane technologicznie. Już teraz firma Medtronic oferuje umieszczany pod skórą implant dla chorujących na cukrzycę diabetyków pomagający im kontrolować poziom cukru we krwi.

Wraz z rozwojem Internetu Rzeczy nowe rozwiązania w tym obszarze ułatwiają także życie osobom uprawiającym czynnie sport. Do najpopularniejszych rozwiązań należą inteligentne zegarki zbierające informacje o trasie biegowej i tętnie, mierzące czas i intensywność treningu oraz snu. Umożliwiają one dostosowanie diety i treningu do indywidualnych potrzeb użytkownika. Już wkrótce informacja oprócz właściciela zegarka może być wysyłana bezpośrednio do zakładu opieki zdrowotnej lub… firmy ubezpieczeniowej, która nie będzie już musiała wierzyć swoim klientom na słowo, że ćwiczą np. cztery razy w tygodniu, w związku z czym uprawnieni są do zniżek wysokości składki. Amerykański ubezpieczyciel John Hancock (spółka zależna od Manulife) oferuje swoim klientom do 15% zniżki, jeśli zechcą przekazać dane, które potwierdzają, że prowadzą zdrowy tryb życia.

Brytyjski system opieki zdrowotnej National Health Service (NHS) stara się obniżać koszty leczenia pacjentów, skracając czas hospitalizacji poprzez zdalną opiekę nad pacjentem pozostającym w domu. Problemem jest brak dostatecznej kontroli nad stanem zdrowia pacjenta. Jednak z pomocą przychodzi technologia, zwłaszcza monitoring pacjenta z użyciem kamer rejestrujących aktywność i uruchamiających ostrzeżenia w przypadku dłuższych okresów bezczynności. Transmisja obrazu z kamery przydatna jest zwłaszcza w opiece nad pacjentami z zaburzeniami psychicznymi i skłonnościami do samobójstw. Pomoże ona zarówno wykrywać typowe zachowania występujące przed próbami samookaleczeń jak i próbami samobójczymi, wspierając leczenie pacjentów. Śledzeniem kamer połączonym z geolokalizacją można objąć także pacjentów z demencją.

W jednym z największych szpitali w Wielkiej Brytanii, Mayday[14], technologia Internetu Rzeczy pozwala wyśledzić zagubione wózki inwalidzkie i wózki szpitalne. Podobnie jak w przypadku lokalizacji porzuconych rowerów miejskich personel szpitalny znajduje pozostawione w przypadkowych miejscach wózki dzięki wbudowanym w nie znacznikom RFID i aplikacji lokalizującej.

Energetyka

Współczesne sieci energetyczne zaprojektowane są w taki sposób, aby dostarczać energię w zależności od potrzeb równoważąc podaż i popyt.

Jest to nie małe wyzwanie biorąc pod uwagę, że popyt zmienia się w zależności od pory dnia, pory roku i pogody. Fala upałów, zamieć śnieżna, nawet transmisja meczu reprezentacji kraju mogą zachwiać stabilnością infrastruktury. Aby sprostać nagłym skokom zapotrzebowania na energię elektryczną konieczne jest właściwe zarządzanie całą infrastrukturą.

Podstawowa teoria dotycząca inteligentnej sieci energetycznej jest prosta: potrzebna w sieci moc szacowana jest na podstawie zapotrzebowania i informacji przesyłanych z inteligentnych liczników i urządzeń pobierających energię elektryczną, dzięki czemu będą one pracować głównie w godzinach poza szczytem, kiedy prąd jest najtańszy. System ten wykorzystuje mechanizmy rynkowe automatycznie równoważące obciążenia systemowe sieci energetycznych i z założenia powinien uczynić sieci energetyczne mniej podatnymi na przeciążenia, czyli blackout i brownout.

Jednak dopiero programy pilotażowe, prowadzone m.in. we Włoszech i w amerykańskim stanie Teksas, wykazały, że praktyka potwierdza założenia teoretyczne dotyczące inteligentnych sieci energetycznych. Pierwszym krokiem na drodze do implementacji tej strategii jest wymiana starych liczników na inteligentne. W USA rok 2030 wyznaczono jako nieformalny termin wdrożenia większości elementów inteligentnej sieci. W Polsce, jak podaje Energa, trwająca w naszym kraju i Europie wymiana liczników ma się zakończyć do 2020 roku[15]. Montowane w Polsce inteligentne liczniki umożliwiają płacenie za faktycznie zużytą energię elektryczną, kontrolę sposobu jej wykorzystania, a także zakup energii w systemie pre-paid. W teorii dzięki nowym licznikom zakład energetyczny będzie mógł także szybciej rozpoznać oraz usunąć awarię. Do wykrywania i izolowania problemów konserwacyjnych wykorzystywane są analizy danych gromadzonych z czujników energii. Już obecnie dostępne na rynku i stosowane oprogramowanie predykcyjne pozwala przewidzieć, które gałęzi sieci najprawdopodobniej ulegną awarii, co pozwala na czas odciąć je od całego systemu i uchronić całość przed wyłączeniem.

Internet Rzeczy wykorzystywany jest także w integracji sieci energetycznych z odnawialnymi źródłami energii, w szczególności energetyką wiatrową, w której najnowsza generacja turbin już korzysta z IoT. Budowane obecnie urządzenia do sterowania turbinami farm wiatrowych pozwalają ustalić

natężenie i kierunek wiatru, wpływając na zmiany trybu pracy wiatraka i chroniąc go przed uszkodzeniem oraz przedłużając czas życia instalacji. Oprogramowanie przetwarza również dane zebrane przez czujniki turbiny, optymalizując kąty ustawienia łopat wirnika w taki sposób, by wygenerować więcej mocy, zwiększając produkcję farmy wiatrowej aż o 5%.

Inteligentne rozwiązania do zarządzania siecią wykorzystywane są także w rurociągach. Stosowana przez Cisco technologia pozwala budować rurociągi wyłożone wrażliwymi włóknami, dzięki czemu możliwa jest natychmiastowa identyfikacja wycieku w konkretnym punkcie i przekazanie informacji o tym droga radiową. Firma GE opracowała oprogramowanie wspomagające konserwację rurociągów, które analizuje dane sejsmiczne, szczegóły topograficzne oraz gęstość zaludnienia w pobliżu rurociągów, pomagając w podejmowaniu decyzji dotyczących utrzymania bieżącej infrastruktury, a także postępowania w sytuacjach awaryjnych.

ROLNICTWO

Już obecnie wielu młodych rolników w krajach rozwiniętych uprawia swoje pola, korzystając z ułatwień, jakie przynosi zastosowanie smartfonu wyposażonego w GPS i specjalizowane aplikacje.

Tak jak i w innych dziedzinach przemysłu, w produkcji żywności wdrażane są technologie gromadzenia danych poprzez połączone z Internetem urządzenia. Nowe maszyny firmy John Deere służą nie tylko do orki, zasiewów i zbierania plonów, ale pozwalają także gromadzić dane przydatne w uprawie roślin, w tym m.in. określać temperaturę powietrza i gleby, prędkości wiatru, wilgotności, promieniowania słonecznego i opadów. Dzięki zbieranym informacjom inteligentne systemy podlewania pól dozują wodę, potrafią też wykrywać nieszczelności w instalacji, co jest szczególnie istotne w regionach dotkniętych suszą. Odpowiednie czujniki pozwalają wykrywać obecność szkodników, a następnie uwalniać feromony zakłócające ich cykl rozmnażania, co z kolei pozwala zmniejszyć ilość stosowanych pestycydów. Inteligentne czujniki monitorują także stan zdrowia bydła raportując farmerom na bieżąco sytuacje niebezpieczne lub sygnalizując ciąże krów.

CTA[16] (Technical Centre for Agricultural and Rural Co-operation) wspólnie z Farm Africa prowadzi projekt

przygotowujący na zmiany klimatyczne małe gospodarstwa w krajach rozwijających się. Programem objęte zostały wcześniej Jamajka i Mali, a obecnie prowadzony jest 22-miesięczny projekt w Etiopii. Przedsięwzięcie finansuje Unia Europejska. Jego celem jest wdrożenie przez lokalnych farmerów inteligentnych technologii informatycznych i telekomunikacyjnych, w tym dostarczanie w czasie rzeczywistym informacji pogodowych pozwalających reagować na zmienne warunki, co pozwoli zwiększyć wydajność rolnictwa.

W pracy „Zagrożenia ekonomiczne i środowiskowe inwazji roślin, zwierząt i drobnoustrojów”[17] **opublikowanej przez College of Agriculture and Life Sciences at Cornell University szacuje się, że roczny globalny wpływ gatunków inwazyjnych na światową gospodarkę wynosi więcej niż 1,4 biliona dolarów, czyli około 5% jej wartości.** Wpływ tego problemu na różnorodność biologiczną jest również dobrze udokumentowany. National Center for Coastal Ocean Science szacuje, że prawie połowa gatunków chronionych na mocy ustawy o gatunkach zagrożonych jest bezpośrednio narażona na gatunki inwazyjne. Nie da się tych problemów wyeliminować jednorazowym działaniem, ale można je rozwiązywać systematycznie dzięki zastosowaniu technologii IoT. Jednym z największych zagrożeń dla plantacji uprawnych jest Rhynchophorus ferrugineus, czyli Red Palm Weevil występujący naturalnie w tropikalnej południowo-wschodniej Azji. Migracja tego gatunku została po raz pierwszy wykryta pod koniec lat 80. XX wieku. Szkodnik atakujący młode palmy bardzo szybko wkraczał do coraz to nowych obszarów na całym świecie. Działająca przy ONZ Food and Agriculture Organization (FAO) opracowała kompleksowy plan powstrzymania rozprzestrzeniania się szkodnika. Pomocna w tym jest technologia IoT wykorzystująca inteligentne czujniki umożliwiająca wykrycie Rhynchophorus ferrugineus oraz podobne owady. Firma Agrint opracowała niedrogi i niskoenergetyczny system bazujący na Internecie Rzeczy przesyłający powiadomienia o zakażeniu drzewa szkodnikiem już na wczesnym etapie. Czujnik wychwytuje nawet delikatne drgania drzewa spowodowane ruchem larw, a specjalny algorytm analizuje dane dla określonych wzorów związanych z obecnością Rhynchophorus ferrugineus. Informacje te są w sposób ciągły przekazywane do chmury i aktualizowane. Rozwiązanie „IOtree” może być stosowane do ochrony palm daktylowych, palm ozdobnych, palm olejowych i palm kokosowych. Pozwala to rolnikom zwiększyć efektywność stosowania pestycydów i skuteczniej chronić drzewa. Agrint wdrożył już swoją technologię w Jordanii.

PRZYKŁADY ZASTOSOWAŃ INTERNETU RZECZY

Przemysł

Zastosowanie IoT na liniach produkcyjnych. Czujniki monitorują płynność produkcji i przesyłają informacje o przebiegu procesów.

Wykrywanie nieprawidłowości w procesie produkcji
Poprawa jakości produkowanych wyrobów
Redukcja kosztów wytwarzania
Skrócenie czasu dostarczania gotowych produktów do klienta

Zastosowanie czujników IoT w maszynach produkcyjnych, monitorowanie stanu ich działania. Konserwacja predykcyjna.

Możliwość reagowania na ryzyko zatrzymania produkcji na skutek awarii maszyny lub linii produkcyjnej zanim problemy zaistnieją
Obniżenie kosztów napraw

Opomiarowanie odbiorników energii elektrycznej (maszyn, hal fabrycznych, ciągów komunikacyjnych)

Obniżenie kosztów zużycia energii elektrycznej

Motoryzacja

Monitorowanie pracy silnika oraz innych układów

Poprawa niezawodności pojazdów, poprawa bezpieczeństwa na drodze

Systemy wspomagające kierowcę (parkowanie, wykrywanie odległości od pojazdów jadących przed nami)

Poprawa komfortu jazdy, poprawa bezpieczeństwa

Plutonowanie - upakowanie większej liczby pojazdów na drodze dzięki systemom wykrywania pojazdów poprzedzających

Skrócenie czasu jazdy, zmniejszenie korków

Pojazdy autonomiczne

Więcej czasu wolnego dla ludzi, uwolnienie od uciążliwych czynności, poprawa bezpieczeństwa

Transport

Systemy komunikacji środków transportu wyposażonych w czujniki z centralą (np. wieżą kontroli lotów)

Zapobieganie niebezpiecznym sytuacjom, większe bezpieczeństwo, optymalizacja czasu i zużycia paliwa

Czujniki stanu poszczególnych elementów pojazdu np. otwarcia klap w samolocie połączone z inteligentnymi systemami sterowania

Optymalizacja parametrów pracy pojazdu, wyższe bezpieczeństwo, optymalizacja zużycia paliwa

Czujniki służące do monitorowania online infrastruktury transportowej (np. stanu torów w kolejnictwie)

Poprawa bezpieczeństwa, bezawaryjność, niższe koszty konserwacji

Centralne systemy zarządzania infrastrukturą na podstawie bieżących informacji (np. zarządzanie portem) - ustalanie harmonogramów i przydzielanie zasobów np. miejsc parkingowych

Optymalizacja zasobów infrastruktury i realizacja większej liczby transakcji w tym samym czasie, mniejsze zużycie paliwa, skrócenie czasu postojów przez korzystających z infrastruktury transportowej

Autonomiczne systemy transportu masowego (drogowego, wodnego, kolejowego)

Niższe koszty, poprawa bezpieczeństwa

Zdrowie

Kamery służące do komunikacji pacjentów leczonych na odległość z placówkami opieki zdrowotnej

Obniżenie kosztów leczenia

„Inteligentne tabletki" przypominające pacjentom o konieczności ich zażycia

Poprawa skuteczności kuracji

Znaczniki RFID w sprzęcie medycznym np. wózkach dla pacjentów

Lepsze wykorzystanie dostępnych zasobów szpitalnych, zapobieganie kradzieżom i niszczeniu sprzętu

Czujniki mierzące parametry życiowe pacjenta np. ciśnienie krwi, tętno, temperaturę, komunikujące się z placówkami opieki zdrowotnej

Obniżenie kosztów leczenia, zwiększenie szansy na skuteczną terapię, poprawa bezpieczeństwa pacjentów

Geolokalizacja pacjentów cierpiących na zaburzenia psychiczne

Poprawa bezpieczeństwa pacjentów

Energetyka

Inteligentne liczniki

Obniżenie kosztów energii, zabezpieczenie całych sieci energetycznych przed awariami

Czujniki w energetyce wiatrowej służące do sterowania

Poprawa efektywności energetycznej wiatraków

Zastosowanie centralnych układów sterujących sieciami energetycznymi, np. wykorzystanie prognoz meteorologicznych do wykrywania spadków i wzrostów energii wiatrowej, inteligentnych systemów przewidywania skoków zapotrzebowania na energię lub jej spadków

Obniżenie kosztów energii, zabezpieczenie całych sieci energetycznych przed awariami

Rolnictwo

Monitorowanie stanu zdrowia zwierząt hodowlanych

Poprawa zdrowia zwierząt hodowlanych, wyższa produkcja żywności

Wykrywanie awarii instalacji nawadniających dzięki informacjom z czujników

Niższe koszty nawadniania, lepsze wykorzystanie zasobów wodnych

Zwalczanie szkodników roślin dzięki wykrywaniu ich obecności i automatycznemu uwalnianiu feromonów spowalniających ich rozwój

Wyższe plony, efektywniejsza produkcja żywności

Lepsze i szybsze reagowanie farmerów na zmiany pogodowe

Wyższe plony, efektywniejsza produkcja żywności zwłaszcza w krajach o trudnych warunkach pogodowych (susze).

Inteligentne miasta

Wykrywanie awarii i optymalizacja działania sieci wodociągowych na podstawie informacji z czujników

Niższe koszty utrzymania infrastruktury wodociągowej, oszczędność wody

Optymalizacja ruchu drogowego i komunikacji na podstawie informacji z kamer i czujników

Mniejsze korki, oszczędność czasu, kosztów paliwa, niższy poziom zanieczyszczeń powietrza

Poprawa bezpieczeństwa dzięki inteligentnym algorytmom automatycznego śledzenia obrazów z kamer

Niższa przestępczość, zapobieganie atakom terrorystycznym

Siemens dostarcza narzędzia wspierające koncepcję Industry 4.0, co pozwala ograniczyć ryzyko związane z rozwojem produktów, wdrażaniem nowych metod i narzędzi wytwarzania.

MARIUSZ ZABIELSKI

PREZES ZARZĄDU SIEMENS INDUSTRY SOFTWARE

Metodyka rozwoju i wytwarzania produktu oparta o „cyfrowego bliźniaka" przyczynia się do zmniejszenia kosztów testowania nowych wyrobów, a np. rozwiązania do symulacji umożliwiają wszechstronną analizę zachowania się prototypowanych produktów. Rozwój firmy przemysłowej wiąże się ściśle z koniecznością inwestowania w implementację nowych technologii (związanych z procesem wytwarzania, nowych materiałów oraz informatyki). Wdrożenie Internetu Rzeczy (ang. Internet of Things, IoT), jak każda inwestycja informatyczna, wymaga odpowiedniego przygotowania. Aby obniżyć ryzyko i koszty wdrożenia rozwiązania IoT, zalecamy podzielenie projektu na etapy. Najlepszą praktyką jest wykonanie pierwszego kroku na drodze do Internetu Rzeczy w projekcie pilotażowym sprawdzającym słuszność przyjętych założeń. Preferowanymi obszarami projektu pilotażowego mogą być aplikacje do monitorowania działania maszyn produkcyjnych lub wspomagające obsługę logistyczną w łańcuchu dostaw. Powodzenie takiego wdrożenia zwiększy motywację do rozszerzenia zakresu projektu i objęcia nim większej części zakładu, pozwoli też nabrać doświadczenia koniecznego przy kolejnych, bardziej złożonych przedsięwzięciach.

Dlaczego warto inwestować w to rozwiązanie? Przemysłowy Internet Rzeczy pozwoli zakładom osiągnąć wymierne korzyści przekładające się na oszczędności, poprawę jakości produkcji i przewagę konkurencyjną. MindSphere pomoże m.in. oszczędzać energię elektryczną, tworzyć raporty o stanie produkcji, wspomagać tworzenie harmonogramów

czy zapewnić predykcyjną konserwację maszyn. Część tych funkcjonalności jest lub będzie dostępna w postaci wstępnie przygotowanych aplikacji w systemie MindSphere, które wystarczy dostosować do specyfiki firmy i wdrożyć. Nie ogranicza to jednak możliwości opracowywania zupełnie nowych, autorskich rozwiązań dostosowanych do specyficznych potrzeb zakładu produkcyjnego. Wszystko zależy wyłącznie od pomysłowości i inwencji twórczej inżynierów.

Ocena opłacalności inwestycji w Internet Rzeczy będzie różna dla każdego z zakładów, bo każdy z nich posiada swoją własną specyfikę. Konieczne jest realne podejście do spodziewanych korzyści, ich wymiaru finansowego w relacji do ponoszonych nakładów. W każdej sytuacji wynik takiej analizy musi być dodatni, aby przedsiębiorstwo zdecydowało się podjąć ryzyko inwestycyjne. Należy jednak pamiętać, że także samo doświadczenie we wdrażaniu nowej technologii IoT wzmacnia innowacyjność kultury organizacyjnej przedsiębiorstwa i wspomaga jego rozwój. Współczesne firmy produkcyjne muszą podejmować trud wdrażania nowych technologii i wygospodarować zasoby, którymi są zarówno czas inżynierów, jak i środki na inwestycje, by dotrzymywać kroku na coraz bardziej konkurencyjnym rynku.

SIEMENS MINDSPHERE POMAGA OPTYMALIZOWAĆ PRZEMYSŁ

WYWIAD Z ŁUKASZEM OTTA

ŁUKASZ OTTA

HEAD OF BUSINESS DEVELOPMENT SIEMENS POLSKA

Z Łukaszem Otta rozmawiamy o działającym w Internecie Rzeczy Siemens MindSphere, pozwalającym między innymi usprawnić działanie zakładów produkcyjnych, optymalizować efektywność energetyczną i zapewnić predykcyjne utrzymanie maszyn.

Czym jest Internet Rzeczy?

Rozwijająca się przez ostatnie 20 lat technologia poczyniła duże postępy w zakresie zbierania i gromadzenia informacji. Chmura danych pozwala przechowywać je oddalone znacznie od miejsca powstawania, czyli np. informacje zbierane z wielu maszyn w zakładach pracy mogą być przechowywane i przetwarzane w centralnym repozytorium. Gromadzenie informacji odbywające się obecnie najczęściej w sposób bezprzewodowy, z wielu punktów pomiarowych, wielu urządzeń, umożliwia analizy i ułatwia podejmowanie decyzji. Internet Rzeczy jest środowiskiem, w którym te dane powstają i gdzie są przechowywane oraz przetwarzane.

Czym jest MindSphere?

MindSphere jest oprogramowaniem narzędziowym zapewniającym bezpieczne pozyskiwanie danych, ich obróbkę i przechowywanie w chmurze. Pozyskanie dużej ilości informacji o procesach produkcyjnych, stanie maszyn, stanach magazynowych w tym surowców do produkcji, kosztach energii, dostępności personelu i innych informacji otwiera drogę do bardzo konkretnych innowacji i usprawnień działania przedsiębiorstwa. Dzięki MindSphere możemy zebrać wszystkie dane produkcyjne i wyeksportować je do bezpiecznej chmury danych. Za pomocą dedykowanych aplikacji, ze zgromadzonych w chmurze danych możemy tworzyć dowolne wskaźniki i raporty wspierające podejmowanie strategicznych decyzji w przedsiębiorstwie.

Jakie usprawnienia działania zakładów pracy mogą być możliwe dzięki tym rozwiązaniom?

Może to być na przykład personalizacja zamówienia realizowana w sposób automatyczny i na skalę masową przy relatywnie niskich kosztach, tak jak to ma miejsce w fabryce czekoladek Chocolat Frey AG. Inny przykład zastosowań to optymalizacja zużycia środków czyszczących, w Calvatis GmbH lub dostęp do szczegółowych analiz zużycia zasobów. Możliwa jest także identyfikacja najważniejszych odbiorników energii pozwalająca znajdywać oszczędności, co ma miejsce w przypadku REXEL Austria GmbH. Jeszcze inne to lepsze wykorzystanie zasobów, konserwacja predykcyjna, oszczędności i wyższa jakość usług transportowych, realizowane przez Urząd Transportu Lądowego (LTA) w Singapurze. Ale zastosowań tej technologii przeznaczonej dla Internetu Rzeczy jest dużo więcej i cały czas pojawiają się nowe rozwiązania. Mogą to być także aplikacje analizujące dane produkcyjne pod kątem realizacji planu wytwórczego lub analizy jakościowej, współpracujące z platformami MES, ERP, PLM oraz QMS. Zapewniają one informacje o najważniejszych czynnikach mających wpływ na jakość produkcji. Inny rodzaj systemów tworzonych dzięki MindSphere to aplikacje mobilne na smartfony i tablety dla zarządu i kadry menedżerskiej udostępniające dane o produkcji. Uzupełnienie tych informacji zapewniają aplikacje związane z utrzymaniem w ruchu maszyn, dostępne na smartfony lub tablety, dające wgląd w informacje z całego zakładu produkcyjnego.

W jaki sposób zapewniany będzie dostęp do danych zgromadzonych w chmurze MindSphere?

To co odróżnia naszą platformę od większości rozwiązań chmurowych to możliwość bardzo szybkiej i prostej adaptacji tego rozwiązania do istniejących maszyn, czy linii produkcyjnych. W pakiecie narzędzi użytkownik otrzymuje aplikacje standardowe, takie jak Asset Manager czy Fleet Manager. Ten pierwszy służy m.in. do definiowania struktury. Natomiast Fleet Manager zapewnia kontrolę statusu urządzeń obiektowych i wizualizację. Dostarczane narzędzia są intuicyjne, w związku z czym do

korzystania z tych rozwiązań nie są wymagane kompetencje wysokospecjalizowanej kadry IT. To do czego zachęcamy naszych klientów w pierwszym kroku to po prostu podłączenie maszyn i monitorowanie wybranych parametrów ich pracy już w środowisku chmurowym. Bardzo dużo pomysłów na zastosowanie tej technologii rodzi się dopiero po tym jak na własne oczy widzimy jak łatwa może być integracja danych z wielu różnych obszarów przedsiębiorstwa produkcyjnego. Przekucie pomysłów na konkretne korzyści dla różnych działów każdej organizacji okazuje się wtedy znacznie prostsze.

Wychodząc naprzeciw zróżnicowanym wymaganiom naszych klientów, a także różnym stopniom zaawansowania konkretnych firm jeżeli chodzi o tematykę digitalizacji, przygotowaliśmy pakiety rozwiązań. Pierwszym z nich jest pakiet Connect and Monitor służący do podłączania do chmury krytycznych zasobów, pozwalający podjąć działania optymalizujące wydajność i poprawiające sprawność zasobów zakładu. Pakiet Analyze and Predict służy z kolei do analizy i predykcji, a jego zawartość obejmuje uczenie predykcyjne, integrację między innymi z systemami i bazami danych oraz inne funkcje dodatkowe. Wreszcie Digitalize and Transform pomaga producentom w tworzeniu zaawansowanych aplikacji do użytku wewnętrznego oraz dla klientów wspierających cyfrową transformację, rozwój strategii i nowych modeli biznesowych.

Czy wszystkie aplikacje tworzone na platformie MindSphere będą ogólnie dostępne?

Aplikacje standardowe będzie można pobrać za opłatą podobnie jak dzisiaj pobierane są aplikacje w AppStore na smartfony. W praktyce profile poszczególnych zakładów produkcyjnych nawet tej samej branży znacząco się różnią. W większości przypadków konieczne będzie wdrożenie aplikacji w MindSphere na życzenie klienta i pod jego konkretne potrzeby produkcyjne.

MindSphere pozwala tworzyć rozwiązania i usługi oparte na danych. Kto i w jaki sposób może dzięki tej platformie budować aplikacje?

MindSphere jest platformą otwartą umożliwiającą instalację aplikacji tworzonych przez Siemensa, ale także przez firmy zewnętrzne. Siemens wraz z narzędziem dostarcza rozwiązania pozwalające przechowywać dane w chmurze, co zapewnia łatwiejszy dostęp do nich. Jesteśmy otwarci na współpracę z dotychczasowymi partnerami, którzy poszukają nowych szans biznesowych w świecie aplikacji chmurowych i chcą przenieść swoje technologiczne know-how na język MindSphera. Dodatkowo otwieramy się na współpracę z firmami IT. Mile widziani są także integratorzy dużych systemów danych, firmy tworzące aplikacje. Zapraszamy do współpracy wszystkich, którzy są zainteresowani tworzeniem wartości dodanej na podstawie pełnego zestawu informacji o pracy przedsiębiorstwa.

Czy w Polsce są już integratorzy, którzy dostarczają aplikacje dla platformy MindSphere lub przygotowują się do świadczenia takich usług?

Pierwszym partnerem w zakresie platformy MindSphere w Polsce została firma AterNet. W tej chwili w AterNet trwa rozwój aplikacji służącej do tworzenia raportów o stanie efektywności energetycznej zakładu produkcyjnego. Nasz partner, który posiada doświadczenie w modernizacjach związanych właśnie z podnoszeniem efektywności energetycznej w przemyśle, chce do swoich usług dołączyć post modernizacyjną analizę danych z przedsiębiorstw, z którymi współpracuje. Takie analizy, czy też regularne raporty ,pozwolą utrzymać i ciągle udoskonalać jakość parametrów związanych z efektywnością energetyczną, w sposób bezpośredni przekładając się na optymalizację kosztów produkcji. W kontekście tego, co mówimy o podnoszeniu efektywności energetycznej zakładu jest to idealny przykład rozwiązania chmurowego mogącego generować nowe modele biznesowe „as a service".

PRZYKŁADY ZASTOSOWAŃ MINDSPHERE

MindSphere w praktyce

MindSphere znajduje swoje zastosowanie zarówno w zakładach przemysłowych i transporcie, jak i w tak osobliwych miejscach, jak piłkarska murawa. Prezentujemy poniżej kilka zastosowań Internetu Rzeczy oraz oferowanego przez Siemensa systemu.

Personalizacja czekoladek

W Szwajcarii opracowany został inteligentny i programowalny system personalizacji zamówień czekoladek.

Mając do wyboru różne smaki i różne rodzaje czekoladek można wpaść w konsternację. Z pomocą przychodzi system personalizacji zamówień, dzięki któremu klienci mogą zamawiać swoje ulubione czekoladki z dostawą do domu. Dzięki systemowi obsługi zleceń klienci zamawiają spersonalizowane pudełko czekoladek. Mogą np. stworzyć zestaw składający się z trzech minibatoników z ciemnej czekolady i kilku z orzechami, a następnie wypełnić resztę paczki mleczną czekoladą. Jeżeli chcą, mogą też całkowicie zrezygnować z białej czekolady.

System opracowany został w FHNW, czyli Wyższej Szkole Inżynierii Uniwersytetu Nauk Stosowanych w północno-zachodniej Szwajcarii. W projekcie tym w zakresie automatyzacji FHNW wspiera firma Autexis Holding AG, która od wielu lat jest partnerem technologicznym Chocolat Frey AG, producenta czekolady. „Obecnie personalizowana produkcja postrzegana jest jako bardzo droga, ponieważ większość firm zorientowana jest na produkcję masową, a indywidualne zamówienia zwykle pakowane są ręcznie" - mówi Fabian Sigg, asystent kierownika produkcji w Chocolat Frey.

Zamówienie odbierane jest przez program produkcyjny systemu bez udziału człowieka. To robot tworzy asortyment i umieszcza go w plastikowym pojemniku. Opakowanie to zaprojektowane zostało przez specjalistę z pracowni Pacovis w Lenzburgu. Następnie pudełko czekoladek zostaje właściwie oznakowane, zaplombowane i wysyłane do klienta.

Programowalny system personalizacji zamówień sfinansowany został ze środków własnych FHNW. „Produkcja systemu była sporym wyzwaniem" – wspomina Marcus Krack - „Wszyscy pracowaliśmy

wspólnie. Nawet nasi profesorowie wykonywali część oprogramowania, co nie zdarza się często. Korzystaliśmy głównie z produktów i rozwiązań Siemensa, przede wszystkim systemu MindSphere, otwartego środowiska bazującego na chmurze obliczeniowej, w której mogliśmy opracować naszą autorską aplikację" - dodaje Philippe Ramseier, właściciel firmy Autexis.

Komponent sprzętowy MindConnect zbiera dane z czujników oraz siłowników i przesyła je do chmury MindSphere. Sterownik Simatic S7-1500 steruje robotem firmy Kuka przy wsparciu oprogramowania narzędziowego z biblioteki Siemens TIA Portal, co znacznie upraszcza obsługę tych urządzeń. Siemens dostarcza do tego celu obszerną przykładową aplikację, która zawiera program robota oraz gotowe ekrany HMI. Punkty trajektorii robota można ustawiać z mobilnego panelu Simatic (KTP900F), co daje dokładny pogląd na realizację współpracy robota z maszyną.

„Firma Autexis od 35 lat korzysta prawie wyłącznie z produktów Siemensa. Ta strategia okazała się sukcesem" – mówi Philippe Ramseier – „Dzięki temu długofalowemu partnerstwu i otwartemu dzieleniu się pomysłami z firmą Siemens w oparciu o wzajemne zaufanie Autexis może opracowywać nowe produkty i usługi."

Dzięki inteligentnemu systemowi możemy także gromadzić i analizować preferencje poszczególnych segmentów klientów. Dane te pozwalają dowiedzieć się m.in. kto lubi jaki rodzaj czekolady, kto zamawia czekoladę i kiedy, czy zachowanie klienta zależy od pogody. Oczywiście firma pracuje wyłącznie na zanonimizowanych danych, dbając o ich poufność.

Dla Chocolat Frey system personalizacji zamówień to niezwykle innowacyjne rozwiązanie, które można wykorzystać także do testowania procesów. Uzyskane wyniki mogą później wpłynąć na proces operacyjny. „Nasze badania mają również na celu rozszerzenie możliwości dostosowania systemu obsługi zleceń i rozwój większej liczby procesów. Naszym zadaniem, jako pracowników uczelni, jest odkrywanie nowych możliwości i wskazywanie, dokąd nas zaprowadzą" – podsumowuje Marcus Krack.

Inteligentny system pozwala klientowi zamówić mini batony czekoladowe w dowolnej chwili z dowolnego miejsca na Twitterze

Sterownik Simatic S7-1500 steruje robotem Kuka z wykorzystaniem biblioteki TIA Portal

Zastosowanie MindSphere w przemyśle spożywczym

Dzięki MindSphere producent detergentów i środków dezynfekcyjnych Calvatis analizuje i wizualizuje dane z urządzeń przemysłowych.

W Calvatis GmbH zrealizowany został projekt implementacji MindSphere. Firma zatrudniająca ponad 400 pracowników jest jednym z wiodących producentów detergentów na świecie. Przemysł spożywczy jest tylko jednym z wielu sektorów, w których obecny jest ten producent środków chemicznych. Jedną z najbardziej znanych na świcie marek Calvatis jest Calgonit.

W przemyśle spożywczym do czystości przywiązuje się szczególną wagę. Calvatis dostarcza klientom z branży spożywczej przemysłowe systemy myjące, których możliwości i funkcje znacznie odbiegają od konwencjonalnych zmywarek do naczyń przeznaczonych dla gospodarstw domowych. Urządzenia te wyposażone są m.in. w zaawansowaną technologię optymalnego dozowania detergentów. Czujniki określają przewodność mieszanki brudnej wody i detergentu, a także zużycie środków chemicznych i właściwe ustawienia temperatury maszyny. Informacje te pomagają minimalizować bieżące zużycie energii i dozowanie potrzebnych do mycia detergentów.

Okazuje się, że gromadzone przez urządzenia myjące dane mogą przyczynić się nie tylko do bieżącego wyznaczania właściwych nastaw zużycia środków myjących, ale także do optymalizacji kosztów w dłuższym okresie czasu, w oparciu o analizy porównawcze danych pochodzących od różnych klientów, na podstawie ich zamówień i zakupów. Także firmy obsługujące przemysłowe systemy myjące zainteresowane są zbieraniem i centralnym analizowaniem jak największej ilości tego rodzaju informacji.

„W ostatnich latach wiele się zmieniło" - mówi Matthias Schäfers z Calvatis - „Nasi klienci oczekują coraz bardziej szczegółowych informacji o parametrach związanych z procesami mycia przemysłowego" dodaje – „Dlatego właśnie kierownictwo Calvatis zdecydowało się w sposób usystematyzowany obliczać takie wartości, jak zużycie wody i zużycie detergentów oraz dodatków chemicznych na karton i godzinę."

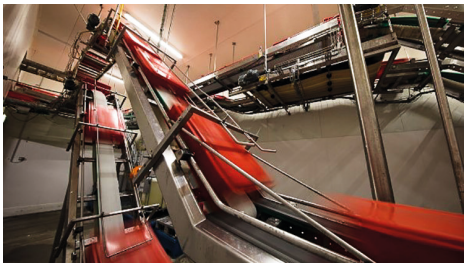
Ten poziom szczegółowości dotyczy również samego producenta i jego czterech zakładów produkcyjnych w Niemczech. Urządzenia dozujące przeznaczone dla przemysłowych systemów myjących wyposażone zostały w sterowniki Simatic S7-1200 firmy Siemens i pozwalają gromadzić dużą ilość danych. Kierownictwo firmy postawiło sobie za cel regularną analizę

takich wartości, jak zużycie wody i zużycie detergentów oraz dodatków chemicznych, udostępniając je w chmurze, aby wszystkie wyniki można było śledzić z centralnej lokalizacji.

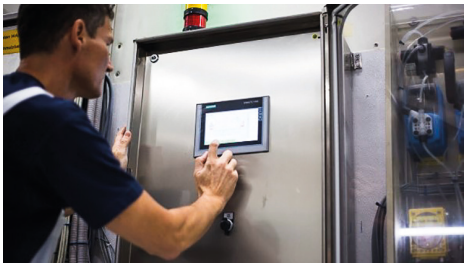
Dla Calvatis ważna była możliwość połączenia zainstalowanych systemów myjących z chmurą, gdzie łatwo będzie można poddawać analizie gromadzone dane. Rozwiązanie Siemens MindSphere pojawiło sie w dobrym momencie, bo zapewniało wszystko, co było potrzebne do podłączenia maszyn. MindSphere umożliwia połączenie typu „plug & play" urządzeń myjących i gromadzonych w nich danych z Internetem i chmurą zapewniając minimalny wysiłek przy tworzeniu oprogramowania. Dzięki MindSphere firmy Siemens i Calvatis były w stanie zrealizować projekt chmury w rekordowym czasie, poniżej trzech miesięcy. MindSphere zapewnia Calvatis narzędzia do analizy danych, takie jak aplikacja MindApp Manage MyMachines, którą producent środków myjących wykorzystuje również do analizy informacji o dawkowaniu. Calvatis analizuje dane przychodzące i oprócz monitoringu online maszyn zainstalowanych na całym świecie zapewnia dodatkowe funkcje, takie jak konserwacja predykcyjna, optymalizacja danych energetycznych i zarządzanie zasobami.

Podgląd na wszystkie dane z zainstalowanych systemów myjących przez pracowników Calvatis

Dane z czujników pomagają śledzić zużycie detergentów i dodatków chemicznych



Brudne pojemniki na żywność ustawione są w linii a następnie są przemieszczane do tunelu myjącego. Kilkanaście metrów dalej wyłaniają się lśniące, czyste i suche



Podgląd na zużycie wody i zużycie detergentów oraz dodatków chemicznych na karton i godzinę

Aplikacja powermanager - efektywność energetyczna w czasie rzeczywistym

Dzięki systemowi monitorowania mocy powermanager opartym na MindSphere eksperci ds. efektywności energetycznej w REXEL Austria GmbH mogą nie tylko analizować zużycie energii we własnych zakładach i oszczędzać, ale opracowali także całkowicie nowy model biznesowy pozwalający świadczyć klientom nowy rodzaj usług.

REXEL zapewnia wyposażenie w różnorodne urządzenia elektryczne i elektroniczne: od kabli po ekspresy do kawy. Firma zatrudnia 650 osób, w tym 100 w sprzedaży terenowej. Jest częścią globalnej grupy REXEL, która posiadając 2000 oddziałów w 26 krajach jest jedną z największych na świecie hurtowni sprzętu elektrycznego i usług związanych z energią.

„Dyrektywa Unii Europejskiej w sprawie efektywności energetycznej z 2012 r. wyzwoliła w naszej firmie impuls potrzebny do rozpoczęcia właściwego rozwoju" - wyjaśnia Alexander Wunderer, inżynier i ekspert ds. energii w firmie REXEL - „Jesteśmy pionierami w zarządzaniu energią. Dotychczas udało nam się zmniejszyć zużycie energii o 10% dzięki opracowanemu przez nas nowemu modelowi biznesowemu."

REXEL, podobnie jak inne firmy z branży, poddawany jest regularnemu audytowi energetycznemu. Dzięki wdrożeniu rozwiązania opartego na MindSphere udało się zmniejszyć zużycie energii w centrum logistycznym REXEL Austria o 10%.

„Na początku wprowadziliśmy do systemu dane z czujników pomiarowych pozwalające śledzić nasze przepływy energii. Chcieliśmy wiedzieć, gdzie i ile energii zużywamy" - wyjaśnia Rainer Brade, kierownik ds. monitorowania i przełączania urządzeń w Siemens Austria.

Inżynierowie REXEL spodziewali się, że najwięcej energii zużywać będą mechaniczne urządzenia w obiekcie, na przykład maszyna do cięcia kabli, która działa przez cały dzień. Wyniki analiz nie pokrywały się z oczekiwaniami, bo lwia część wydatków energetycznych konsumowana była przez oświetlenie, a w drugiej kolejności przez biuro IT.

„W wielu firmach wydatki na energię wciąż traktuje się jak praktycznie niezmienny w czasie narzut kosztów"

- wyjaśnia inż. Michael Hauser, szef działu Business Unit w REXEL Austria - „Otrzymują oni rachunki za energię bez wyszczególnienia pozycji pozwalających ustalić najważniejsze źródła zużycia prądu. Sami uporaliśmy się z tym problemem i chcemy teraz pomóc innym firmom."

Eksperci zwrócili uwagę na kluczowe wskaźniki wydajności, sprawdzając ile energii zużywają poszczególne aktywności. Na przykład - ile razy wózek widłowy w magazynie dociera do regału i ile energii zużywa w tym procesie? Wykorzystywane w REXEL oprogramowanie do monitorowania energii - powermanager – w sposób względnie prosty pozwala dowiedzieć się, gdzie i jak dużo energii „wypływa" z firmy oraz w których miejscach można ją zaoszczędzić.

Pierwszym krokiem dla firmy na drodze do optymalizacji energetycznej była zmiana przestarzałego systemu oświetlenia w jednym z magazynów. Nowe ustawienia pozwalają między innymi ograniczać oświetlenie w przejściach magazynu, czyli w miejscach gdzie praktycznie nie jest potrzebne. Pozwala również lepiej wykorzystać światło dzienne. Sama tylko ta zmiana umożliwiła zmniejszenie zużycia energii aż o 10%, czyli w sumie o około 1400 euro miesięcznie. I choć wkrótce potem firma przeszła na nieco droższe, ekologiczne źródła energii, stając się pierwszym neutralnym pod względem emisji dwutlenku węgla centrum logistycznym w Austrii, koszty dostarczania prądu pozostały na niższym niż pierwotnie poziomie. „To zmusiło nas do myślenia" - mówi Alexander Wunderer. Michael Hauser dodaje: „Rozpoczęcie naszej » energetycznej rewolucji" od oprogramowania monitorującego energię « - powermanager - było dla nas swego rodzaju motywatorem dla przyszłych energooszczędnych projektów."

Ile energii zużywa każde działanie? To szybkie i łatwe do ustalenia dzięki MindSphere

Powermanager pozwala analizować zużycie energii w zakładach i uzyskiwać znaczące oszczędności

Zespołowi prowadzonemu przez kierownika produktu REXEL Alexandra Wunderera oraz Rainera Brade z Siemens Austria udało się zmniejszyć zużycie energii w centrum logistycznym REXEL Austria o 10%

MindSphere zapewnia opiekę nad murawą stadionu FC Bayern

FC Bayern Greenkeeper to aplikacja zapewniająca stały monitoring stanu murawy oraz zarządzanie systemem jej utrzymania.

Siemens jest technologicznym partnerem niemieckiej drużyny piłkarskiej FC Bayern, co oznacza m.in. pomoc w utrzymywaniu odpowiedniej jakości murawy na stadionie Allianz Arena.

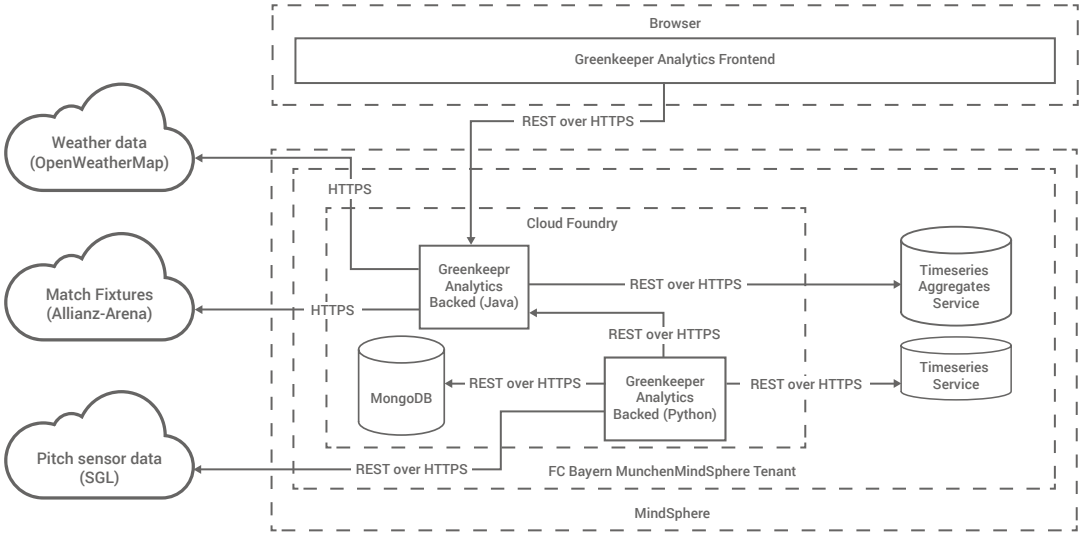
„Murawa jest dla nas niezwykle ważna, ponieważ ma istotny wpływ na przebieg meczu. Utrzymanie jej w odpowiednim stanie sporo nas kosztuje, ponieważ trawa narażona jest na wiele zagrożeń" - mówi Jürgen Muth, dyrektor generalny Allianz Arena.

Murawa jest w istocie czymś w rodzaju wizytówki drużyny i jej stan musi przedstawiać się nienagannie. Pracownik dbający o murawę stadionu Bayern Allianz Arena – czyli greenkeeper – wspomagany jest przez inteligentną aplikację stworzoną w oparciu o MindSphere - otwarty system IoT. Oprogramowanie „FC Bayern Greenkeeper" pomaga w utrzymaniu odpowiedniej jakości murawy i monitoruje na bieżąco jej stan. Czujniki zbierają dane i przesyłają je do działającego w chmurze systemu MindSphere, gdzie aplikacja ocenia dane i rekomenduje działania, np. większe nawodnienie, mocniejsze lub dłuższe nasłonecznienie, uruchomienie ogrzewania trawnika lub wyłączenie go. Podejmowanie decyzji dotyczących konserwacji murawy wymaga uprzedniego zebrania ogromnej ilości danych na temat światła, temperatury, wilgotności, zawartości soli w glebie, wiatru, zawartości chlorofilu w źdźbłach trawy. Wszystkie te informacje dostarczane są przez czujniki zainstalowane na polu przez holenderską firmę SGL, specjalizującą się w oświetleniu stadionowym. Do systemu przesyłane są także aktualne dane pogodowe i prognozy na kolejne dni. Informacje zebrane z pola gry dostarczane są raz na minutę. MindSphere ocenia je, formułuje zalecenia dotyczące działań i przekształca w przejrzyste diagramy. To jednak człowiek – greenkeeper – podejmuje końcową decyzję śledzi stan murawy za pomocą smartfona i na bieżąco otrzymuje konkretne wskazówki, a następnie uruchamia właściwy program konserwacji murawy. Największym wrogiem murawy są grzyby - aż 200 różnych odmian może jej zagrozić. Ale nawet eksperci nie wiedzą wszystkiego: na jakim poziomie wilgotności trawnik jest podatny na określony rodzaj

grzybów? Jakie są pierwsze oznaki zbliżającej się choroby? I jak można ją szybko i skutecznie zatrzymać? Dane zebrane poprzez opracowaną aplikację mogą dostarczyć cennej wiedzy, umożliwiającej odpowiedź na te pytania.

Skrzynie z czujnikami przesyłają wszystkie dane do skrzynki odbiorczej w Allianz Arena. Stamtąd dane dostarczane są przez interfejs programistyczny API REST. Bieżące dane gromadzone są co 5 minut, dzięki czemu MindSphere stale zasilany jest informacjami. Za uzupełnianie bazy danych odpowiedzialny jest MindSphere TimeSeries oprogramowany przy użyciu wykonujących się regularnie w określonym czasie skryptów. Ponadto, wykorzystywane są zewnętrzne interfejsy API dostarczające danych dotyczących pogody i meczów.

Za opracowanie aplikacji działającej na platformie MindSphere odpowiedzialny jest Lars Oyntzen, który jest kierownikiem projektu w evosoft GmbH. Decyzje, które podejmuje aplikacja opracowane zostały na podstawie bazy wiedzy dostarczonej przez greenkeepera - eksperta od utrzymania murawy. To właśnie on posiada niezbędne kompetencje w tej dziedzinie i zna specyfikę konkretnego trawnika. Praca programistów polega na analizie dostarczonych danych, reguł decyzyjnych, ich wizualizacji i przewidywaniu przyszłych zmian. Programiści muszą zdobyć odpowiednią wiedzę o utrzymaniu murawy np. o tym, jak długo powinna być naświetlana w miesiącach zimowych, także z innych źródeł. Dlatego ważnymi partnerami projektu i ekspertami są także naukowcy z Uniwersytetu Technicznego w Monachium.



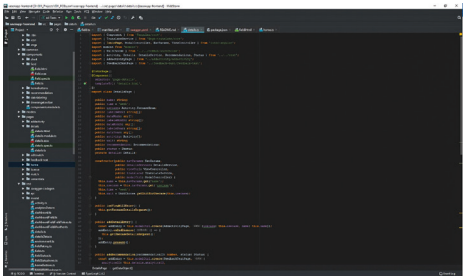
Schemat blokowy oprogramowania

Zakres pomiarów realizowanych do zasilania aplikacji w dane

Parametry mierzone przez aplikację	Częstotliwość pomiarów
Temperatura gleby Zawartość składników odżywczych Wilgotność powietrza	Dane są mierzone co 5 minut w zależności od warunków murawy
Wilgotność gleby Natężenie światła Właściwości murawy Warunki pogodowe (zewnętrzne)	Wykorzystane są skrzynki sensorowe, które mogą być umieszczone na różnych wysokościach i są w stanie monitorować wszystkie wymienione wskaźniki

Narzędzia stosowane przy budowie aplikacji

Zakres usług	Język programowania	Narzędzia/framework
Backend	Java	IntelliJ as IDE, Spring, swagger
Frontend	Javascript	WebStorm as IDE, Angular / ionic, swagger
Analytyka	Python	PyCharm as IDE, Flask, swagger
Gromadzenie danych np. analitycznych	MongoDB	Zapeawniany jako usługa przez Mindsphere



Fragment kodu frontendu aplikacji

Bramkarz i fan Bayernu: Lars Oyntzen opracowuje aplikację MindSphere „Greenkeepera FC Bayern"

Cyfryzacja systemu kolejowego w Singapurze

W 2018 roku Siemens Mobility oraz ST Engineering Electronics Limited wygrały przetarg organizowany przez Urząd Transportu Lądowego (LTA) warty ok. 12 mln EUR (18,8 mln dolarów singapurskich). Kontrakt przewiduje zaprojektowanie i wdrożenie systemu utrzymania infrastruktury kolejowej (REAMS). System będzie zarządzany z Centrum MindSphere w Singapurze.

Rozwiązanie to pozwoli na zarządzanie i monitoring zasobów transportu w czasie rzeczywistym. Daje możliwość zapewnienia do 100% dostępności całego systemu, poczynając od taboru kolejowego po sygnalizację, zasilanie i komunikację. Infrastruktura kolejowa stanie się dzięki temu bardziej dostępna i wydajna. Skróceniu ulegnie czas przestojów przeznaczony na prace naprawcze i konserwacyjne. Obniżą się także koszty w całym cyklu życia kluczowych zasobów tej infrastruktury.

Początkowo system zostanie wdrożony na odcinku 42 kilometrowym dla linii metra (DTL) w Singapurze z 34 stacjami i 92 pociągami kursującymi między nimi. Konsorcjum opracuje specjalną platformę programową, która będzie przechowywać i analizować dane z systemu utrzymania infrastruktury oraz kluczowych systemów niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania całości: pociągów, sygnalizacji, szlabanów i ekranów, systemów zasilania, torowiska, komunikacji oraz zintegrowanego systemu nadzoru. Zebrane dane techniczne będą łączone z danymi finansowymi, co pozwoli na stworzenie narzędzi wspierających procesy decyzyjne. Planuje się, że kluczowe funkcje systemu zostaną uruchomione w połowie 2020 r. Kolejne linie metra w Singapurze będą sukcesywnie włączane do systemu w kolejnych latach. Rozwiązanie zostanie również wyposażone w moduły analizujące dane oparte na technologii Railigent służącej analizie systemów kolejowych. Dzięki temu będzie można rozwiązywać problemy zanim staną się uciążliwe dla całego systemu. Wady i uszkodzenia komponentów będą identyfikowane i naprawiane prewencyjnie.

PRZYKŁADY ZASTOSOWAŃ INTERNETU RZECZY

Chocolat Frey AG

Przemysł spożywczy, cukierniczy

System personalizacji czekoladek wg preferencji klienta

Zautomatyzowany i zrobotyzowany system pakowania dobiera czekoladki wybrane przez klienta i wysyła na podany w zamówieniu adres

Personalizacja zamówienia realizowana w sposób automatyczny i na skalę masową przy relatywnie niskich kosztach

Calvatis GmbH

Chemia przemysłowa, produkcja przemysłowych środków myjących

Analiza danych o zużyciu środków myjących gromadzonych z wielu źródeł: od klientów korzystających z urządzeń oferowanych przez firmę

Dostarczanie rzetelnych danych o zużyciu środków myjących na potrzeby własne oraz klientów

REXEL Austria GmbH

Dostawa urządzeń elektrycznych i elektronicznych dla klientów biznesowych

Aplikacja powermanager pozwalająca mierzyć zużycie energii elektrycznej we wszystkich pomieszczeniach i urządzeniach firmowych

Dostęp do szczegółowych analiz zużycia energii. Identyfikacja najważniejszych odbiorników energii pozwalająca znajdywać oszczędności

Udostępnienie aplikacji klientom pozwoliło firmie stworzyć nową ofertę usług związanych z optymalizacją i oszczędnościami zużycia energii

FC Bayern

Rozrywka, sport – operator stadionu piłki nożnej

FC Bayern Greenkeeper – aplikacja do zarządzania konserwacją murawy boiska

Kompleksowe, naukowe podejście do konserwacji murawy boiska pozwalające uwzględnić wszystkie czynniki środowiskowe i usystematyzować wiedzę ekspertów dzięki czemu systematycznie poprawia się jakość murawy – wizytówki stadionu

Urząd Transportu Lądowego (LTA) w Singapurze

Transport publiczny

Wdrożenie systemu utrzymania infrastruktury kolejowej (REAMS) pozwalającego zoptymalizować zarządzanie infrastrukturą kolejową

Lepsze wykorzystanie zasobów, konserwacja predykcyjna, oszczędności i wyższa jakość usług transportowych

NIE MA PRZEMYSŁU BEZ CHMURY

WYWIAD ZE STEFFENEM LEIDELEM

STEFFEN LEIDEL

DYREKTOR PIONU FACTORY AUTOMATION SIEMENS POLSKA

Ze Steffenem Leidelem, rozmawiamy o przyszłości przemysłu oraz roli jaką odegra MindSphere w nowoczesnej wizji automatyki przemysłowej oraz transformacji do Industry 4.0.

Jaką funkcję pełni MindSphere w koncepcji nowoczesnej automatyki Siemensa opartej na Industry 4.0?

MindSphere jest jednym z elementów w wizji automatyki, którą Siemens planuje rozwijać, dążąc do realizacji koncepcji Industry 4.0. Przyszłość automatyki przemysłowej należeć będzie do innowacji w trzech następujących obszarach: sztucznej inteligencji (Artificial Intelligence), rozszerzonej rzeczywistości (Augmented Reality) oraz Edge Computing, który wspiera procesy związane z analizą danych. Wszystkie wspomniane elementy są istotne dla dalszego rozwoju automatyki zgodnie z wizją Siemensa i wszystkie powiązane są z przetwarzaniem danych w chmurze. MindSphere jest dla nas ważnym elementem łączącym urządzenia i technologie, pozwalającym realizować wizję przyszłości.

W jaki sposób Siemens chce wykorzystać sztuczną inteligencję w swoich technologiach przeznaczonych dla automatyki przemysłowej?

Sztuczna inteligencja powiązana jest głównie z robotyzacją przemysłu. Obecnie roboty są programowane w taki sposób, by realizować punkt po punkcie wytyczne programisty – na przykład przemieszczać się od punktu A do punktu B, podnosić przedmioty. Wszystkie te czynności muszą być dokładnie przewidziane przez programistę, co odbywa się na miejscu pracy robota w fabryce.

W przyszłości sposób programowania robotów zmieni się diametralnie i bazować będzie na możliwościach sztucznej inteligencji. Przewidujemy, że dojdzie do wyodrębnienia dwóch kategorii robotów. Pierwsza z nich ma być przeznaczona do współpracy z ludźmi, druga kategoria to roboty współdziałające z innymi robotami i urządzeniami. W przyszłości roboty będą same się uczyć jak współpracować ze sobą w celu wykonania konkretnego zadania. Programowanie nie będzie już polegać na wpisywaniu szczegółowych instrukcji przejazdu z punktu A do punktu B, aby podnieść lub przesunąć przedmiot. W przyszłości systemy zrobotyzowane otrzymają do wykonania złożone zadania, które same będą musiały przeanalizować. Dzięki oprogramowaniu sztucznej inteligencji robot w komunikacji z innymi urządzeniami (np. robotami lub wózkami samojezdnymi) będzie w stanie odpowiednio zaplanować ruch i wykonać zlecone przez pracownika zadanie.

Do komunikacji pomiędzy elementami automatyki potrzebne są technologie służące do gromadzenia i przetwarzania danych. Znaczna część potrzebnych obliczeń będzie wykonywana w chmurach obliczeniowych lub na połączeniu chmury z systemem lokalnym (tzw. Edge Computing). Mindsphere pełni w tym przypadku rolę platformy, która wspiera rozwój technik sztucznej inteligencji w przemyśle.

Jaką rolę w automatyce przyszłości odegra rozszerzona rzeczywistość?

Rozszerzonej rzeczywistości poświęcamy dużo uwagi, ponieważ jest ona innowacyjną metodą wspomagania pracy człowieka. Pracownik dzięki rozszerzonej rzeczywistości zyskuje wgląd w proces produkcji i może korzystać m.in. z okularów, którymi w zależności od tego gdzie obróci głowę, będzie mógł obejrzeć właściwy obraz. Operator kierując wzrok na maszynę będzie widział oprócz niej także jej parametry pracy. Obracając głowę, zobaczy sąsiednią maszynę oraz wyświetlą mu się jej parametry. Taki sposób prezentacji danych ułatwia ich zrozumienie i orientację w sytuacji. Pracownikom wykonującym prace konserwa-

cyjne można wyświetlać szczegółowe instrukcje wykonania czynności, co pozwoli zmniejszyć liczbę popełnianych błędów i podniesie bezpieczeństwo pracy. Rozszerzoną rzeczywistość z kamer przemysłowych można będzie oglądać także na standardowych panelach operatorskich, na telefonach, tabletach, ale również na innych mobilnych urządzeniach. Rozwiązania te wymagają jednak bardzo szybkiej transmisji danych. Warto podkreślić, że połączenie nie musi być realizowane pomiędzy sterownikiem a chmurą – równie dobrze można będzie pozyskiwać dane z przemysłowych serwerów lub stacji roboczych. Informacja może być pobrana i wyświetlona z różnych elementów infrastruktury przemysłowej.

Czy każda informacja pozyskana z infrastruktury przemysłowej będzie przesyłana do chmury?

Nie musi tak być odkąd Siemens zainteresował się wykorzystaniem Edge Computing do przetwarzania informacji z zakładu przemysłowego. Jeszcze dwa lata temu była mowa o tym, że wszystkie dane przechowywane są w chmurze i wszystkie obliczenia prowadzone są w chmurze. Do chmury miały trafiać wszelkie informacje z urządzeń, a następnie po przetworzeniu zostać zwizualizowane. Pojawienie się Edge Computing jako realnej alternatywy dla pełnego przetwarzania wszystkich danych w chmurze zmienia tę koncepcję. Nie zawsze widzimy sens wysyłania pełnej informacji do chmury. Pierwszym powodem jest obawa klientów o bezpieczeństwo ich danych przechowywanych w chmurze, zwłaszcza jeżeli jest to chmura publiczna. Drugim są opóźnienia jakie wiążą się z przesyłaniem informacji w chmurze. Komputer obsługujący tzw. krawędź sieci (tzw. Edge Computer) umożliwia gromadzenie istotnej części danych, obróbkę i przesłanie na ich podstawie informacji zwrotnych do procesu produkcyjnego. Urządzenie to będzie znajdować się lokalnie w przedsiębiorstwie, co nie tylko zabezpiecza najwrażliwsze dane, ale także przyspiesza transmisję. Dane z urządzeń Edge przesyłane są następnie do chmury, ale tylko ta część z nich, która jest potrzebna i pozwala zachować pełne bezpieczeństwo. W ten sposób

można przesyłać do chmury informacje związane m.in. z diagnostyką, serwisowaniem maszyn i instalacji. Z danych tych korzystają aplikacje MindSphere znajdujące się w chmurze odpowiadające m.in. za konserwację przewidującą nadchodzące problemy (tzw. Predictive Maintenance). Obecnie dostępnych jest pięć aplikacji przeznaczonych do współpracy z urządzeniami SIMATIC: Machine Monitor, Notifier, Performance Monitor, Energy Manager i Performance Insight.

Jakie zakłady produkcyjne mogą być zainteresowane aplikacjami MindSphere?

Odbiorcami tych aplikacji będą nie tylko zakłady przemysłowe z każdej branży, ale także producenci maszyn oraz instalacji (OEM). Aplikacje pomogą im w konserwacji i serwisowaniu zdalnym urządzeń znajdujących się w zakładzie. Oprogramowanie umożliwi też przewidywanie zdarzeń, które mogą doprowadzić do przestoju. Diagnostykę prowadzi się na podstawie charakterystyki pracy urządzeń, m.in. poprzez badanie danych zbieranych z czujników: drgań, liczby włączeń i wyłączeń i innych parametrów pracy. Aplikacja MindSphere pozwala zawczasu wysłać alarm, informując obsługę, które elementy maszyny należy wymienić zanim dojdzie do awarii.

W jaki sposób MindSphere łączyć się będzie z elementami sterowania automatyką?

Do połączenia MindSphere z systemami automatyki służy przede wszystkim komputer SIMATIC Edge, jednak również standardowe urządzenia SIMATIC, na przykład sterownik S7-1500 lub SIMATIC IoT20140, mogą się łączyć bezpośrednio z Mindspherem. Rozwiązania te zostały już wszechstronnie przetestowane, również w Polsce.

Kiedy zobaczymy MindSphere w polskich zakładach przemysłowych?

Na świecie są już pierwsze wdrożenia. Także w Polsce rozwiązania te oferować będziemy naszym klientom.

Czy aplikacje MindSphere służyć będą tylko do odbierania informacji czy będzie można także za ich pomocą sterować?
Obecnie służą one do odbierania danych, ale zarówno MindSphere, jak i SIMATIC przygotowane są do tego, by odbierać sygnały z chmury i sterować automatyką w oparciu o te informacje. Kluczowe są tu kwestie bezpieczeństwa, by w sterowanie urządzeniami nie mogły ingerować osoby trzecie. W przyszłości okaże się, czy istnieje rzeczywista potrzeba sterowania urządzeniami podłączonymi do SIMATIC'a z poziomu chmury.

- **SIMATIC Performance Insight**
  Aplikacja ma za zadanie zwiększać produktywność poprzez obliczanie i wizualizację poszczególnych kluczowych wskaźników (KPI) wydajności maszyn i urządzeń. Informacje te mogą być prezentowane poprzez spersonalizowany widok kokpitu na komputerach, tabletach i smartfonach znajdujących się w dowolnej lokalizacji. Pozwala to optymalizować, zwiększać wydajność i dostępność maszyn.

- **SIMATIC Notifier**
  Aplikacja przesyła powiadomienia na temat stanu procesów przemysłowych przeznaczone dla pracowników obsługi i serwisu. Alarmy informujące o tym, że maszyna przestała działać, czy brakuje komponentów potrzebnych do produkcji przesyłane są bezpośrednio na urządzenie odbiorcy np. smartfon.

- **SIMATIC Energy Manager**
  Zgodnie z normą ISO 50001 Energy Manager dostarcza użytkownikom informacji pozwalających monitorować zużycie energii oraz koszty z tym związane. Dane energetyczne mogą być powiązane z zewnętrznymi informacjami, takimi jak np. informacje o temperaturze powietrza w danym dniu, które wpływają na procesy grzania/chłodzenia. Pozwala to usunąć wpływ zakłóceń i porównywać dane z różnych okresów.

- **SIMATIC Machine Insight**

  Aplikacja umożliwia natychmiastowy dostęp do informacji o stanie parku maszynowego, informacji o wydajności maszyn i służących do wykrywania usterek z dowolnego miejsca na świecie. Dostępne dane prezentowane są hierarchicznie, od widoku linii produkcyjnej, przez stan maszyny aż do elementów składowych.

- **SIMATIC Machine Monitor**

  Aplikacja przeznaczona dla producentów maszyn i służącą do zdalnego nadzoru pracy maszyny u klienta i planowania prac konserwacyjnych. Przystosowana jest do prezentacji w przystępny sposób stopnia zużycia poszczególnych komponentów, np. filtrów w stacji przygotowania sprężonego powietrza. Korzystając z niej można optymalizować usługi serwisowe w oparciu o wyodrębnione dane i zwiększyć jakość pracy maszyny.

CYBERBEZPIECZEŃSTWO

Bezpieczeństwo wartością nadrzędną

Szczególne znaczenie dla rozwoju IoT ma cyberbezpieczeństwo tych rozwiązań. Komunikacja urządzeń ze sobą stwarza zupełnie nowe możliwości wykorzystywania luk w ochronie danych, zastosowanie nowych tzw. wektorów ataku. Nawet proste luki w zabezpieczeniach pozwalają przejąć kontrolę nad urządzeniami, zakłócić ich działanie lub nawet zagrozić życiu ludzi.

Troska o bezpieczeństwo powinna wpisywać się w strategię organizacji. Zabezpieczenie przed włamaniem do sieci czujników działających w przemyśle naftowym pozwala uniknąć zablokowania wydobycia całego pola naftowego. Właściwe procedury i systemy zabezpieczeń zapewniają niższe ryzyko wystąpienia znacznej części potencjalnych zagrożeń. W grudniu 2015 roku istotna część sieci energetycznej Ukrainy została wyłączona z działania przez cyberprzestępców. Zabezpieczenie przed tym zagrożeniem to lepsza separacja systemów krytycznych od łatwych do ataku komputerów użytkowników oraz ich poczty elektronicznej. Pełne troski o całość infrastruktury kompleksowe podejście do kwestii bezpieczeństwa zapewniają standardy gwarantowane certyfikatem firm audytujących wszystkie elementy organizacji, na którą składa się oprócz infrastruktury i oprogramowania także formalne podejście do kwestii bezpieczeństwa przez świadomych potencjalnych zagrożeń pracowników.

Szczególnie ważne jest zabezpieczenie miast przed atakami. Podczas tegorocznej konferencji Black Hat X-Force Red Team IBM przeanalizował istniejące technologie miejskie, aby określić ich podatność na cyberataki[18]. Badania te skupiły się na czterech typowych urządzeniach i znalazły aż 17 słabych punktów, z których 9 uznano za krytyczne. Analitycy IBM przeprowadzili m.in. symulację ataku na urządzenia monitorujące poziom wody w zaporach. Symulowany atak przeprowadzony został na powszechnie używanej technologii w inteligentnej infrastrukturze miejskiej i był łatwy do przeprowadzenia, jednocześnie powodując znaczne szkody. Próby te pozwoliły wskazać luki w systemie bezpieczeństwa inteligentnego miasta i zaproponować rozwiązania wzmacniające linię obrony.

Ochrona infrastruktury krytycznej

23 grudnia 2015 roku miał miejsce atak na ukraińskie przedsiębiorstwa energetyczne, w wyniku którego doszło do przerw w dostawie prądu na sporym obszarze kraju.

Atak nastąpił poprzez przejęcie kontroli nad systemem SCADA odpowiedzialnym za zarządzanie dystrybucją. Do penetracji sieci ofiary użyty został malware - złośliwe oprogramowanie BlackEnergy (BE). Ten właśnie kod znaleziono na komputerach należących do ukraińskiej firmy energetycznej w krytycznych punktach infrastruktury. Główny atak nastąpił na system SCADA, ale towarzyszyły mu „ataki wspierające" na system urządzeń podtrzymujących zasilanie - UPS oraz na sieć obsługi linii telekomunikacyjnych. Działania wzmacniające efekt zastosowane zostały także na stacjach roboczych, serwerach oraz na innych urządzeniach sieciowych. Do ataku wykorzystano metody phishingowe z 3 wariantami malware BlackEnergy rozsyłanymi przez e-maile zawierające specjalnie spreparowane dokumenty Microsoft Office pozwalające zdobyć „pierwszy przyczółek" atakującym, a następnie poszerzać wektor ataku.

W wyniku działań cyberprzestępców na 3 godziny rozłączono 7 podstacji 110 kV i 23 podstacji 35 kV. Ich działanie przywrócono do normalności dopiero po przełączeniu tych elementów sieci na tryb ręczny. Przerwy w dostawach energii elektrycznej dotknęły, według różnych szacunków, od 80 do 225 tys. klientów.

Jak się bronić?

Tylko zapewnienie solidnych fundamentów cyberbezpieczeństwa pozwala chronić infrastrukturę krytyczną z urządzeniami IoT.

Podczas Security Conference 2018 w Monachium Siemens podpisał dokument wraz z ośmioma partnerami z branży, dotyczący prac nad poprawą cyberbezpieczeństwa. Zainicjowana przez Siemens Karta Zaufania (Charter of Trust) ustanawia zasady pozwalające budować zaufanie do cyberbezpieczeństwa. Oprócz Siemensa i organizatorów Monachijskiej Security Conference pod dokumentem podpisały się firmy Airbus, Allianz, Daimler Group, IBM, NXP, SGS i Deutsche Telekom. Karta Zaufania opiera się na dziesięciu zasadach, wśród których znajdują się m.in. odpowiedzialność przedsiębiorstw, bezpieczeństwo jako cecha domyślna rozwiązań technologicznych i certyfikacja krytycznej infrastruktury i rozwiązań.

Eksperci są zdania, że receptą na obronę może być tworzenie wyspecjalizowanych ośrodków ochrony przed atakami - tzw. CERT (Computer Emergency Response Team) mających dostęp do najnowszych technologii i gromadzących najnowszą wiedzę z obszaru bezpieczeństwa. Dlatego tak ważne jest popierane przez Siemensa w Karcie Zaufania budowanie ponadorganizacyjnych struktur bezpieczeństwa, wykraczających często poza partykularne interesy poszczególnych firm, wynikające z konkurencji na rynku, ale traktujących bezpieczeństwo jako wartość nadrzędną. Często pojedyncze przedsiębiorstwa przemysłowe nie mają dostatecznych środków, by stworzyć samodzielnie takie centra bezpieczeństwa. Dlatego rozwiązaniem jest porozumienie na poziomie grup przedsiębiorstw i tworzenie ośrodków wspólnych, skąd byłyby propagowane wiedza i procedury wspólne dla wszystkich „udziałowców" takiego przedsięwzięcia.

Kluczowe Zasady Karty Zaufania (Charter of Trust)[19]

- **1. Odpowiedzialność za cyberbezpieczeństwo**

  Odpowiedzialność za cyberbezpieczeństwo powinna spoczywać na najwyższym szczeblu zarządzania – zarówno w jednostkach administracji publicznej, jak i w biznesie, poprzez desygnowanie osób odpowiedzialnych za nie w ministerstwach oraz stworzenie stanowiska Chief Information Security Officer (CISO). Jednostkom tym należy przydzielić jasno sprecyzowane kompetencje oraz oceniać ich działanie na podstawie jednoznacznych wskaźników, należy także wdrożyć właściwy sposób myślenia w organizacjach - „troska o bezpieczeństwo to zadanie dla każdego pracownika".

- **2. Odpowiedzialność w całym cyfrowym łańcuchu dostaw**

  Firmy i – jeśli to konieczne – instytucje publiczne bazując na ryzku zagrożeń, powinny określić reguły zapewniające odpowiednie zabezpieczenia we wszystkich warstwach IoT z jasno określonymi wymaganiami. Poufność, wiarygodność, integralność i dostępność mają być zapewniane w wyniku przestrzegania podstawowych standardów, takich jak:

  - Zarządzanie tożsamością i dostępem: podłączone urządzenia muszą zostać wyposażone w bezpieczne identyfikatory i środki bezpieczeństwa zapewniające dostęp tylko upoważnionym użytkownikom i urządzeniom

  - Szyfrowanie danych: podłączone urządzenia muszą zapewniać poufność przechowywanych i przesyłanych informacji, tam gdzie jest to wymagane

  - Stała ochrona: firmy muszą oferować aktualizacje, upgrady i poprawki w rozsądnym cyklu życia swoich produktów, systemów i usług za pośrednictwem bezpiecznego mechanizmu aktualizacji

- **3. Bezpieczeństwo gwarantowane domyślnie**

  Konieczne jest stosowanie najwyższego poziomu bezpieczeństwa i ochrony danych poprzez właściwe wstępne skonfigurowanie produktów, funkcji, procesów, technologii, operacji, architektur i modeli biznesowych już na etapie projektowania

4. Orientacja na użytkownika

Dostawca powinien służyć klientowi, stając się jego zaufanym partnerem podczas całego cyklu życia produktów, systemów i usług, udzielając wskazówek opartych na potrzebach klienta w zakresie cyberbezpieczeństwa, uwzględniając jego wpływ i ryzyka

5. Innowacje i współtworzenie

Dostawca powinien łączyć wiedzę z różnych obszarów pogłębioną o ustalone wspólnie pomiędzy firmami zasady i standardy w zakresie wymagań i stosując reguły cyberbezpieczeństwa pozwalające na ciągłe wprowadzanie innowacji i dostosowywanie środków bezpieczeństwa do nowych zagrożeń. W partnerstwie publiczno-prywatnym dostawca powinien zachęcać do stosowania reguł bezpieczeństwa, być liderem

6. Edukacja

Poprawa standardów edukacji w obszarze cyberbezpieczeństwa powinna obejmować dedykowane kursy w programach nauczania zarówno na uniwersytetach jak i profesjonalnym kształceniu oraz przeprowadzanych szkoleniach pracowników, co w efekcie doprowadzi w przyszłości do wzrostu umiejętności i kompetencji zawodowych w tym obszarze

7. Certyfikacja infrastruktury krytycznej i rozwiązań

Firmy i – jeśli to konieczne – instytucje rządowe powinny poddać się obowiązkowej certyfikacji przez organizacje zewnętrzne. Certyfikacja ma obejmować szczególnie obszary kluczowe dla życia i zdrowia ludzi w zakresie infrastruktury krytycznej i krytycznych rozwiązań IoT

8. Zasada przejrzystości i odpowiedzialności

Zaleca się udział w sieci wiedzy dotyczącej cyberbezpieczeństwa umożliwiający dzielenie się doświadczeniem oraz informowanie o incydentach bezpieczeństwa, pozwalający raportować o stosowanych przez cyberprzestępców metodach działania wykraczających poza znaną praktykę

9. Ramy regulacyjne

Promowane jest wielostronne partnerstwo w obszarze regulacji i standaryzacji pozwalające osiągnąć zasięg globalny obejmujący całość World Trade Organization (WTO); zalecane jest włączenie zasad cyberbezpieczeństwa do umów o wolnym handlu (FTA)

10. Wspólne inicjatywy

Udział wszystkich interesariuszy w inicjatywach mających na celu wdrożenie powyższych zasad w różnych częściach świata cyfrowego bez zbędnej zwłoki

Wzrasta liczba urządzeń podłączonych do Internetu Rzeczy, co oznacza coraz większe wyzwania związane z ich zabezpieczeniem.

DOMINIKA BETTMAN

PREZES ZARZĄDU SIEMENS POLSKA

Dlatego właśnie przedsiębiorstwa z branży przemysłowej powinny połączyć siły, zapewniając najwyższy poziom cyberbezpieczeństwa.

W czwartej rewolucji przemysłowej nie chodzi wyłącznie o technologię. Cyfrowa transformacja zachodzi w całym przemyśle i społeczeństwie, w których świat fizyczny i wirtualny łączą się dzięki technologii cyfrowego bliźniaka, analityce danych, drukowi 3D i sztucznej inteligencji. We współczesnym świecie dane są bardziej istotne niż kiedykolwiek wcześniej. Kluczowym wyzwaniem staje się przede wszystkim zabezpieczenie tych danych i infrastruktury, która je tworzy. Charter of Trust ma na celu zapobieganie szkodom wyrządzonym w wyniku cyberataków ludziom, przedsiębiorstwom, infrastrukturze i zasobom. Pomóc ma w tym zapewnienie solidnych fundamentów, na których można zbudować Czwartą Rewolucję Przemysłową. Karta Zaufania stanowi bezprecedensową inicjatywę cyberbezpieczeństwa opartą na dziesięciu zasadach wśród których znajdują się m.in. odpowiedzialność przedsiębiorstw w całym cyfrowym łańcuchu dostaw, bezpieczeństwo jako cecha domyślna rozwiązań technologicznych i certyfikacja krytycznej infrastruktury i rozwiązań.

Ochrona przed cyberprzestępczością staje się jednym z największych problemów w obszarze bezpieczeństwa naszych czasów. Dbając o ochronę naszego cyfrowego świata Siemens współpracuje z kluczowymi partnerami w obszarze przemysłu i administracji publicznej, promując w tych gremiach Kartę Zaufania. Możliwości, jakie daje transformacja i digitalizacja społeczeństwa oraz przemysłu zostaną wykorzystane tylko wówczas, jeśli wszyscy będziemy mieli zaufanie do technologii cyfrowych i będziemy mogli polegać na danych i systemach.

CO NAS CZEKA? - PRZYSZŁOŚĆ INTERNETU RZECZY

Przyszłość Internetu Rzeczy

Rynek Internetu Rzeczy (IoT) systematycznie rośnie. Połączone w sieć urządzenia uproszczą codzienne życie miliardów ludzi, pomogą lepiej dbać o zdrowie, zapewnią wyższy poziom bezpieczeństwa, dodatkowe usługi i wyższą wydajność w przemyśle. Przyjrzyjmy się, co niesie przyszłość IoT.

Przyszłość IoT wygląda obiecująco, a fakty mówią same za siebie:

- Gartner[20] uważa, że liczba zainstalowanych na całym świecie urządzeń IoT osiągnie do roku 2020 liczbę 20 miliardów.
- W badaniu przeprowadzonym przez Accenture[21] szacuje się, że IoT do 2030 roku przyniesie wzrost globalnego PKB o 14 miliardów dolarów.
- Business Insider[22] przewiduje, że do roku 2025 będzie ponad 55 miliardów urządzeń IoT, w porównaniu do około 9 miliardów w 2017 roku.

Wyższa funkcjonalność urządzeń komunikujących się w Internecie Rzeczy powoduje, że rośnie liczba czujników wbudowanych w nowo wyprodukowane produkty cyfrowe. Coraz więcej przedsiębiorstw postrzegać będzie IoT jako sposób na przyciągnięcie klientów i poprawę komfortu użytkowania. Tego zdania jest m.in. firma badawcza Gartner[23] szacująca, że do 2020 roku 95% elektroniki wyposażone zostanie w IoT. Od producentów oczekuje się nie tylko zwiększenia liczby urządzeń IoT, ale także zwiększenia ich dostępności i możliwości.

Bezpieczne IoT dzięki blockchain?

Rosnąca troska o bezpieczeństwo danych przechowywanych w chmurze IoT wymusi w przyszłości lepsze zabezpieczenia dotyczące poufności oraz odporności na kradzież danych.

Posiadanie przez użytkowników, jak i firmy, urządzeń podłączonych do Internetu daje niewątpliwe korzyści, ale rodzi również mnóstwo zagrożeń. Oprogramowanie szpiegujące pozwala zdobywać informacje o użytkownikach w sieci Internet, a dane osobowe bywają często sprzedawane nie tylko w celach marketingowych. Podobne niebezpieczeństwa wiążą się z korzystaniem z IoT. Inteligentna infrastruktura, urządzenia oraz pojazdy autonomiczne stają się celami ataków złodziei danych lub sabotażystów. Technologia blockchain, pozwalająca już teraz z powodzeniem zabezpieczać transakcje finansowe, może być jednym z możliwych rozwiązań problemów związanych z ochroną IoT. Chociaż zazwyczaj kojarzymy blockchain z kryptowalutami analitycy widzą w nim jeden z głównych trendów mających odegrać ważną rolę w przyszłości Internetu Rzeczy.

Wiele obiektów w realnym świecie połączonych za pomocą IoT mogłoby być skutecznie zarządzane, śledzone i koordynowane właśnie poprzez blockchain. Połączone urządzenia IoT mogą wykorzystywać tę technologię do porządkowania, przechowywania i udostępniania strumieni danych. Nawet w zróżnicowanym środowisku sieci i urządzeń zapisy blockchain pozwalają każdemu użytkownikowi z odpowiednimi uprawnieniami łączyć się i podejmować niezbędne działania. Te algorytmy kryptograficzne są bezpieczną osłoną chroniącą dane konsumentów i jednym z najsilniejszych obecnie dostępnych standardów szyfrowania.

Rola sztucznej inteligencji będzie wzrastać

Już teraz nadmiar danych trafiających do sieci IoT stanowi nie lada wyzwanie dla ludzi podejmujących na ich podstawie decyzje.

Aby właściwie wykorzystać tę lawinę informacji dostawcy technologii muszą znaleźć sposób na ich gromadzenie, przechowywanie i przetwarzanie. Rozwiązaniem tym jest sztuczna inteligencja (AI). Należy spodziewać się, że najbliższe lata rozwoju IoT upłyną na wynajdowaniu coraz doskonalszych narzędzi analizy danych opartych na sztucznej inteligencji i algorytmach uczenia maszynowego. Jest to konieczność, ponieważ tak dużej ilości informacji, jaką już teraz dostarczają urządzenia IoT, ludzie nie są w stanie analizować, zwłaszcza w czasie rzeczywistym.

Rozwój sztucznej inteligencji pozwoli także na lepszą komunikację człowieka z urządzeniami wpiętymi w Internet Rzeczy, w szczególności komunikację głosową. Rozwiązania takie jak Apple Siri, asystent Google, Amazon Alexa i Cortana - asystent głosowy Microsoft już obecnie pozwalają zlecać głosowo urządzeniom niektóre czynności. Prostota komunikacji z rozwiązaniami IoT, możliwość naturalnego głosowego porozumiewania się i wydawania poleceń lodówce, samochodowi, telewizorowi, czy robotowi sprzątającemu, spowoduje upowszechnienie tych rozwiązań i obniżenie bariery poznawczej, w efekcie czego rynek IoT będzie rósł dynamiczniej.

Transformacja dzięki IoT

IoT wymusi transformację biznesu. Firmy dzięki IoT zmieniają swoje modele biznesowe i optymalizują procesy, wynajdują nowe produkty i usługi online.

Przyzwyczailiśmy się już do e-commerce, tego, że w Internecie informacja przepływa szybciej, że dostępna jest szersza paleta wyrobów i usług. Minęło blisko 10 lat zanim firmy dostosowały się w swoim działaniu do zmian, jakie przyniósł Internet. Czas na to, by przygotowały się na to, co niesie ze sobą Internet Rzeczy. Firmy muszą opracować strategie i plany pozwalające wykorzystać IoT i przekształcić wszystkie aspekty swojej działalności w taki sposób, by nie przegapić rewolucji technologicznej. Czekają nas bowiem fundamentalne zmiany w samych produktach, z których korzystamy, jak i w działaniu firm na rynku podlegającym transformacji.

KOMENTARZE EKSPERTÓW Z RYNKU

IoT jest trendem podlegającym ciągłym zmianom.

ALEKSANDER PONIEWIERSKI

PARTNER / GLOBAL IOT LEADER EY

Po etapie typowego boom-u, kiedy to cały świat prognozował „tryliony" nowych sensorów i „biliony" dolarów, które miały pojawić się do roku 2020, nastąpił czas stabilizacji oczekiwań, któremu towarzyszyła rewizja realnych możliwości Internetu Rzeczy. Obecnie dominująca na świecie koncepcja IoT oraz co najważniejsze oczekiwania, jakie są wobec niej formułowane przez poszczególne branże, są o wiele bardziej klarowne i realistyczne niż wcześniej. Kierunki działań wobec IoT wyznaczają obecnie dwa priorytety: zwiększenie efektywności wykorzystania zasobów mierzalnych przez sensory oraz generowanie nowych źródeł przychodów pochodzących z danych. W poszczególnych obszarach geograficznych widać wyraźnie jak różne akcenty kładzione są na stronę techniczną, biznesową i organizacyjną związaną z IoT. W niektórych regionach świata pojawiają się także specyficzne ograniczenia w stosunku do IoT wynikające z nowych regulacji, takich jak RODO w Unii Europejskiej lub innych, dotyczących ochrony infrastruktury krytycznej.

Na tle Europy Polska nie jest szczególnie wyróżniającym się rynkiem. Nie formułujemy wobec IoT specjalnych, indywidualnych wymagań, nie nakładamy też ograniczeń. Oczywiście możliwości lokalnego biznesu, który będzie mógł odnosić bezpośrednio korzyści z implementacji IoT, są w Polsce dużo mniejsze niż np. w Niemczech, Francji czy we Włoszech. Niższa jest również w mojej ocenie świadomość biznesu i przedsiębiorców odnośnie korzyści, jakie niesie ze sobą ta technologia. Pomimo pewnych prób stymulowania przez władze centralne wzrostu tej

świadomości oraz wspomagania rozwoju, nie widzę wyraźnego „pościgu za implementacją". W zakresie korzyści, jakie nasz kraj może odnieść z zaakceptowania i wdrażania tej technologii, w szczególności w połączeniu ze sztuczną inteligencją, blockchain'em i usługami chmurowymi, wymienić należy bezwzględne zwiększenie konkurencyjności naszej produkcji oraz radykalną poprawę produktywności wytwarzania różnego rodzaju dóbr. Efekty mogą przynieść zachęty do inwestowania w IoT i związane z nią inne nowoczesne technologie odnoszące się zarówno do sfery biznesowej jak i publicznej. Ważne jest zwrócenie uwagi na krótko i średnioterminowe korzyści wynikające z zastosowania tych rozwiązań. Do wspomnianych powyżej benefitów dodałbym również zwiększony poziom bezpieczeństwa oraz komfortu użytkowników tych technologii. Zwłaszcza rozwiązania dotyczące Smart City w tym obszarze są najpewniej jednymi z pierwszych korzyści widocznych dla obywatela i dających się odczuć przedsiębiorcom. Ostatnim elementem, na który chcę zwrócić uwagę jest zbliżająca się fala inwestycji w sieci 5G, dla których IoT jest podstawowym uzasadnieniem biznesowym.

Polskie przemiany gospodarcze wpisują się w tendencje ogólnoświatowe, dlatego przewidujemy, że wzrost liczby urządzeń, inwestycji oraz wydatków na IoT będzie kontynuowany, podobnie jak ma to miejsce w innych krajach.

MICHAŁ PUKACZ

CZŁONEK ZARZĄDU POLSKIEGO KLASTRA
BADAŃ I ROZWOJU INTERNETU RZECZY

Dotyczy to w szczególności rozwiązań Smart City. Rosnące zainteresowanie Internetem Rzeczy spowodowane jest coraz wyższym zaufaniem do tej technologii, a jednocześnie jeszcze częściej dostrzegane są wymierne korzyści ekonomiczne miast, które już takie rozwiązania wdrożyły. Coraz więcej firm zacznie wykorzystywać rozwiązania z obszaru Przemysłowego Internetu Rzeczy w celu optymalizacji wydajności procesów przemysłowych. Działania te w perspektywie najbliższych lat staną się koniecznością pozwalającą uzyskać przewagę konkurencyjną. Sądzimy, że IoT odnotuje najszybszy wzrost w sektorze konsumenckim.

Wyróżnić możemy trzy główne bariery, które obserwujemy we wdrażaniu rozwiązań z obszaru IoT. Pierwsza, niezwykle ważna, nie tylko w Polsce ale i na świecie, to szeroko rozumiane bezpieczeństwo i ochrona prywatności. Brakuje standardów dotyczących bezpieczeństwa danych, co ma szczególne znaczenie dla infrastruktury newralgicznej. Konieczna jest certyfikacja rozwiązań IoT i za takim rozwiązaniem systemowym jako Klaster staramy się lobbować. Jak ważne są to kwestie widzimy w świetle ostatnich wydarzeń w Polsce i tzw. „afery szpiegowskiej", czy chociażby dużego wzrostu wykorzystania urządzeń IoT do ataków DDoS (Distributed Denial of Service). Druga przeszkoda w rozwoju IoT to szeroko rozumiana bariera społeczno-legislacyjna. Konsumenci często postrzegają nowoczesne technologie jako zagrożenie. Istotna jest ciągła edukacja oraz wprowadzenie przej-

rzystych regulacji prawnych o zasięgu międzynarodowym (europejskim) i ogólnoświatowym w kwestiach związanych z wykorzystaniem pasma radiowego, normami dla promieniowania elektromagnetycznego i ochrony środowiska. Patrzymy na te przepisy globalnie, tak jak globalna jest sieć. Ostatnia, trzecia, to bariera technologiczna. Coraz więcej rozwiązań IoT wymaga, bądź będzie wymagać wyższej przepustowości sieci, mniejszych opóźnień w przesyłaniu danych i coraz większej szybkości przepływu. Z pomocą przychodzi nam sieć 5G, która wpłynie na szerszy rozwój i wykorzystanie technologii z obszarów automotive, robotyki, wirtualnej i rozszerzonej rzeczywistości, sztucznej inteligencji czy uczenia maszynowego. Z chwilą, gdy przezwyciężymy te wszystkie bariery dopiero wówczas będziemy mogli mówić o pełnym rozkwicie Internetu Rzeczy.

Polski Klaster Badań i Rozwoju Internetu Rzeczy zajmuje się szeroko rozumianym IoT na terenie całego kraju. Świadczymy usługi eksperckie, doradcze i edukacyjne. Jesteśmy jedną z nielicznych jednostek definiowanych jako tzw. Digital Hub, który posiada program akceleracji dla branży IoT automotive. Współpracujemy z wieloma podmiotami zajmującymi się IoT, dzięki czemu możemy zwiększyć innowacyjność i konkurencyjność Polski w tym kluczowym obszarze.

SŁOWNIK

Advanced Driver Assisted System (ADAS)
Systemy wspomagania kierowcy wykorzystujące obraz kamery do wykrywania i identyfikowania pojazdów, pieszych, znaków drogowych oraz obiektów wokół pojazdu w celu wspierania decyzji podejmowanych przez prowadzącego pojazd.

Autonomiczne pojazdy (autonomous car)
Samochód, którym steruje oprogramowanie komputera. Prace badawcze nad tą technologią trwają od kilkunastu lat. Obecnie pojazdy te potrafią wykrywać przeszkody i poruszać się po drogach w pewnych ustalonych warunkach bez udziału człowieka.

Blockchain
Technologia rozproszonych rejestrów przechowujących informacje o transakcjach. Umożliwia zawieranie tzw. „smart contracts" pomiędzy podmiotami bez istnienia gwaranta w postaci firmy trzeciej lub instytucji (zaufanej trzeciej strony).

Bluetooth
Standard bezprzewodowej komunikacji krótkiego zasięgu pomiędzy urządzeniami elektronicznymi.

Chmura obliczeniowa (Cloud Computing)
Rozproszone struktury obliczeniowe umożliwiające zdalne przechowywanie i przetwarzanie danych zapewniające wirtualizację zasobów i możliwość łatwego skalowania systemów.

Enterprise Resource Planning (ERP)
Narzędzia informatyczne do planowania zasobów przedsiębiorstwa służące do zarządzania całością zasobów organizacji.

Internet Rzeczy (Internet of Things)
Komunikacja bezprzewodowa w sieci internet urządzeń wyposażonych w czujniki, przesyłanie danych o aktualnym stanie urządzenia, jego parametrach.

Inteligentne miasto (smart city)
Ogół systemów wykorzystujących technologie informacyjne i telekomunikacyjne do zwiększenia wydajności infrastruktury miejskiej oraz poprawy komfortu życia mieszkańców.

Manufacturing Execution System (MES)
System Realizacji Produkcji - rozwiązania wykorzystujące technologie informatyczne – oprogramowanie i urządzenia umożliwiające zbieranie informacji w czasie rzeczywistym ze stanowisk produkcyjnych. Dane o realizacji produkcji mogą być pobierane bezpośrednio z maszyn oraz przy udziale pracowników.

Product Lifecycle Management (PLM)
Narzędzia i systemy informatyczne służące do zarządzania cyklem życia produktu, na które składają się następujące fazy: wprowadzenie na rynek, wzrost sprzedaży, nasycenie/dojrzałość i spadek sprzedaży.

Programmable Logic Controller (PLC)
Sterownik, czyli urządzenie przeznaczone do sterowania pracą maszyny w zakładzie przemysłowym.

Quality Management System (QMS)
Systemy informatyczne i narzędzia służące do zarządzania obszarem jakości produktów i usług w organizacji.

RFID (Radio-frequency Identification)
Bezprzewodowe przechowywanie danych i komunikacja z systemami zarządzania produkcją oraz magazynowymi. Umożliwia m.in. tworzenie inteligentnych produktów komunikujących się bezpośrednio z maszynami produkcyjnymi.

Rozporządzenie o Ochronie Danych Osobowych (RODO)
Rozporządzenie unijne zawierające przepisy o ochronie osób fizycznych w związku z przetwarzaniem ich danych osobowych. Obejmuje przepisy o przepływie danych osobowych.

Sieć 5G
Technologia telefonii mobilnej piątej generacji, następca 4G zapewniająca przepływność do 20 Gb/s w łączu do terminala („w dół"), przepływność do 10 Gb/s w łączu do sieci („w górę") oraz opóźnienia na poziomie 4 ms dla zastosowań eMBB i 1 ms dla zastosowań URLLC.

Sztuczna Inteligencja (Artificial Intelligence)
Zbiór technologii umożliwiających uczenie się maszyn i rozwiązywanie przez nie złożonych problemów, wdrażanie zaawansowanych algorytmów decyzyjnych i systemów uczących się.

BIBLIOGRAFIA

1 *https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/IoT-device*

2 *https://www.intel.com/content/www/us/en/internet-of-things/infographics/guide-to-iot.html*

3 *https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/IoT-device*

4 *https://www.theglobeandmail.com/report-on-business/rob-magazine/the-future-is-smart/article24586994/*

5 *https://www.accenture.com/us-en/insight-sensory-under-load-how-internet-of-things-drives-government-efficiency*

6 *https://www.iot-now.com/2018/12/24/91611-ai-based-iot-solutions-extend-predictive-maintenance-across-entire-production-line/*

7 *https://www.theglobeandmail.com/report-on-business/rob-magazine/the-future-is-smart/article24586994/*

8 *https://www.iot-now.com/2018/12/21/91557-whos-charge-connected-car-ask-driver-loop/*

9 *https://www.asirt.org/safe-travel/road-safety-facts/*

10 *https://www.theglobeandmail.com/report-on-business/rob-magazine/the-future-is-smart/article24586994/*

11 *https://www.iot-now.com/2018/12/19/91491-smart-cities-wise-get-smarter/*

12 *https://www.iot-now.com/2018/12/10/91050-smart-water-metering-market-surpass-usd-3bn-2024/*

13 *https://www.iot-now.com/2018/12/12/91173-fleet-management-floating-along-nicely/*

14 *https://www.iot-now.com/2018/12/04/90875-can-iot-improve-hospital-patient-experience/*

15 *http://www.energa-operator.pl/26713.xml*

16 *https://www.iot-now.com/2018/11/08/90241-cta-targets-20000-ethiopian-smallholders-climate-smart-technology/*

17 *https://www.iot-now.com/2018/10/10/89140-case-study-attack-invaders-iot-technology-helping-stop-harmful-pests/*

18 *https://www.iot-now.com/2018/12/19/91491-smart-cities-wise-get-smarter/*

19 *https://www.siemens.com/press/pool/de/feature/2018/corporate/2018-02-cybersecurity/charter-of-trust-e.pdf*

20 *https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2017-02-07-gartner-says-8-billion-connected-things-will-be-in-use--in-2017-up-31-percent-from-2016*

21 *https://www.accenture.com/us-en/insight-industrial-internet-of-things*

22 *https://www.businessinsider.com/internet-of-things-report?IR=T*

23 *https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-strategic-predictions-for-2018-and-beyond/*

© Siemens 2019

SIEMENS

Ingenuity for life