

***Monitorowanie hałasu w środowisku pracy
z wykorzystaniem bezprzewodowych sieci sensorowych
i rozwiązań z zakresu Internetu rzeczy
– podstawowe zagadnienia***

Leszek Morzyński

lmorzyns@ciop.pl

Sieci sensorowe, Internet rzeczy

Bezprzewodowa sieć sensorowa (ang. Wireless Sensor Network – WSN): grupa specjalizowanych sensorów oraz układów (urządzeń) wykonawczych wraz z infrastrukturą do komunikacji bezprzewodowej, przeznaczonych do monitorowania i sterowania stanem układów fizycznych lub środowiska w różnych lokalizacjach, tworzące sieć przez którą przekazywane są dane i polecenia sterujące.

Internet rzeczy (ang. Internet of things – IoT): zbiór urządzeń wyposażonych w sensory, zdolność gromadzenia i przetwarzania danych oraz oprogramowanie, które łączą się i wymieniają dane z innymi urządzeniami i systemami za pośrednictwem Internetu lub innych sieci komunikacyjnych.

(1999 r., Ashton K., prezentacja dla firmy Procter & Gamble)

Przemysł 4.0 (czwarta rewolucja przemysłowa): koncepcja przemysłu w której systemy cyber-fizyczne sterują procesami fizycznymi i podejmują zdecentralizowane decyzje, komunikują się i współpracują ze sobą oraz z ludźmi w czasie rzeczywistym poprzez Internet rzeczy, a dzięki przetwarzaniu chmurowemu są oferowane i użytkowane usługi wewnętrzne i międzyoperacyjne.

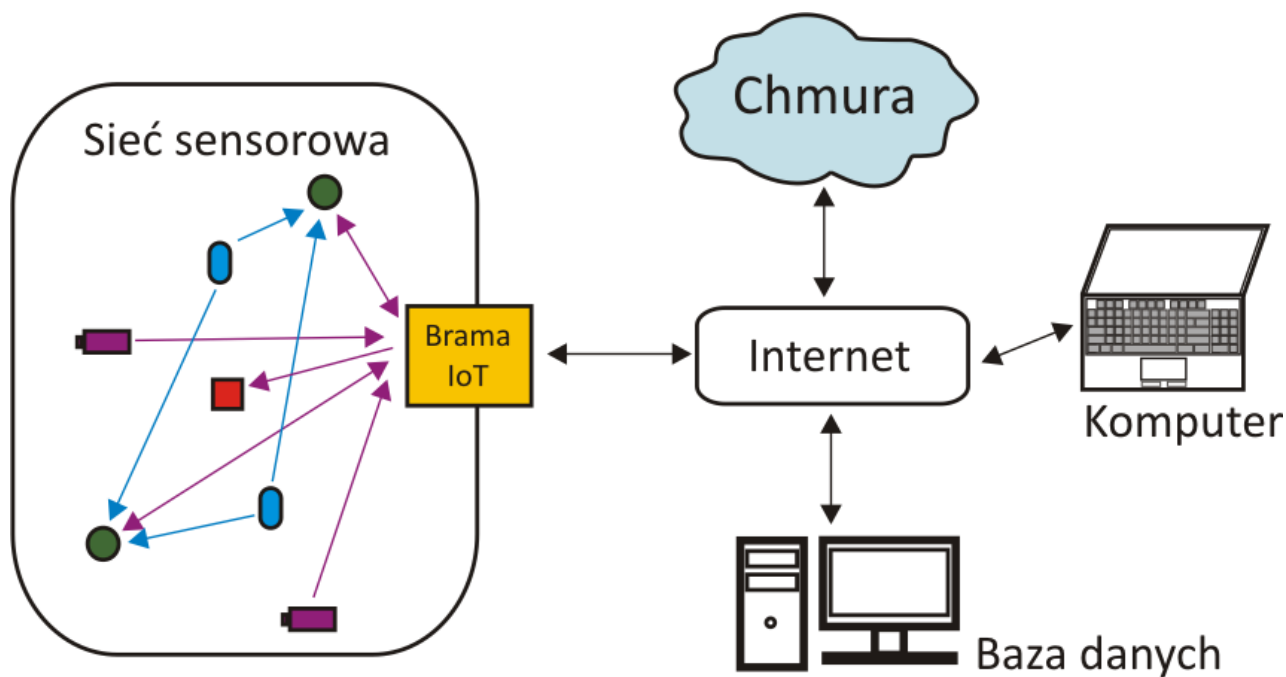
(2011 r., Kagermann H., Lukas W.-D., Wahlster W., Strategia rządu Niemiec dotycząca nowych technologii)

Cele biznesowe

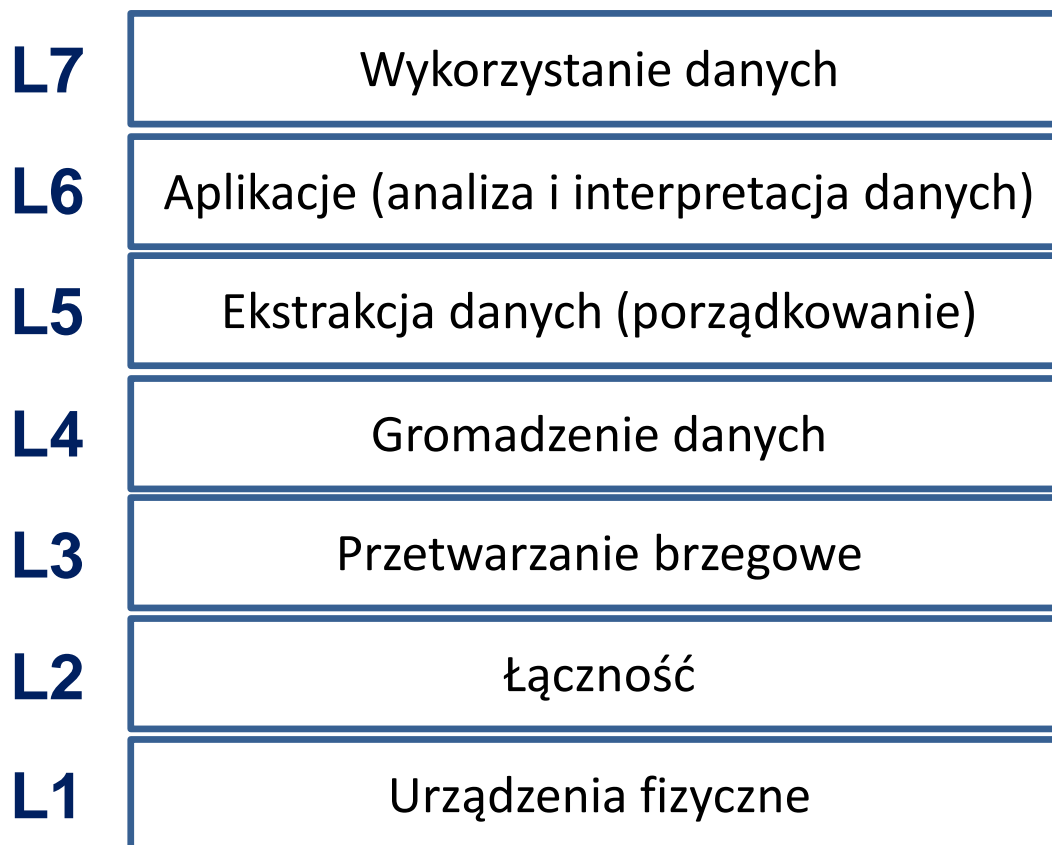
Wykorzystanie sieci sensorowej i Internetu rzeczy do:

- lepszej oceny ekspozycji pracowników na hałas (opracowania lepszego planu działań profilaktycznych),
- diagnostyki maszyn i urządzeń,
- lepszej oceny hałasu emitowanego do środowiska.

Sieć sensorowa z IoT – podstawowa struktura



Struktura systemu IoT (wg. IoTWF)



Czynniki wpływające na architekturę systemu IoT

- założenia biznesowe, sposób realizacji
- sensory i urządzenia oraz ich wymagania
- rozwiązania dedykowane lub wykorzystanie rozwiązań gotowych
- rozmiar systemu / skalowalność
- wielkość danych
- latencja (czas opóźnienia)
- łączność i dostępność
- bezpieczeństwo

Komunikacja, transfer danych

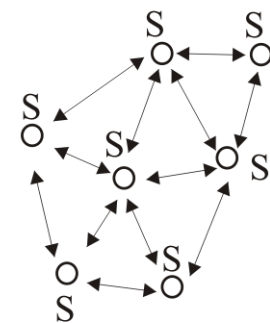
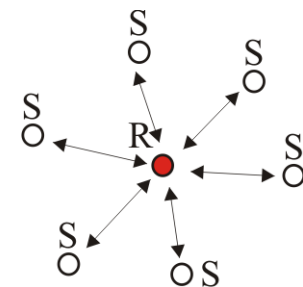
Przewodowa

- Ethernet

Bezprzewodowa

- W pasmach nielicencjonowanych (ISM) 868 MHz, 2,4 GHz, 5GHz
 - ZigBee
 - Bluetooth Low Energy (BLE), Bluetooth 5
 - WiFi, WiFi 6, WiFi HaLow
 - LoRaWAN
 - SigFox
- licencjonowana (komórkowa)
 - LTE, LTE-M
 - NB-IoT
 - G5 (700 MHz (telewizja), 3,5 GHz (WiMax), 26 GHz (radiolinie))

Gwiazda



Krata (mesh)

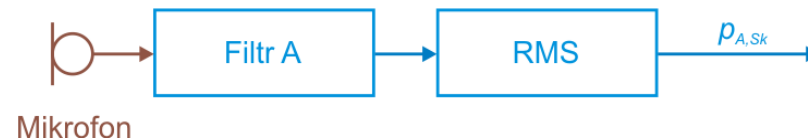
Ocena ekspozycji na hałas oraz diagnostyka maszyn i urządzeń

Wielkości charakteryzujące hałas w środowisku pracy:

- poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy, $L_{EX,8h}$, lub odpowiadająca mu dzienna ekspozycja na hałas, $E_{A,Td}$
- maksymalny poziom dźwięku A, L_{Amax}
- szczytowy poziom dźwięku C, L_{Cpeak}

Wielkość pośrednia:

- poziom dźwięku A



Wielkości o diagnostyki maszyn:

- widmo

FFT

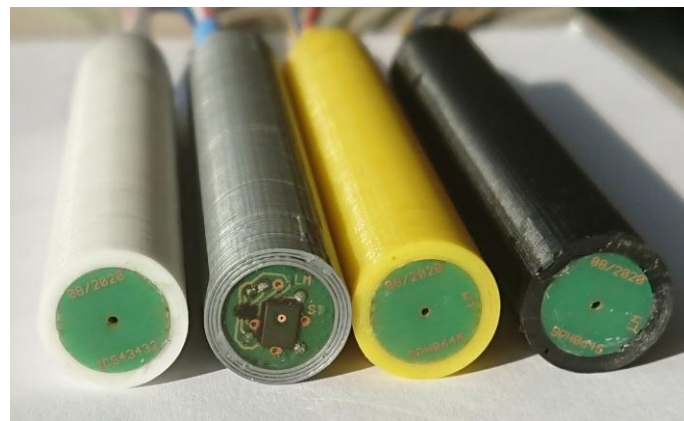
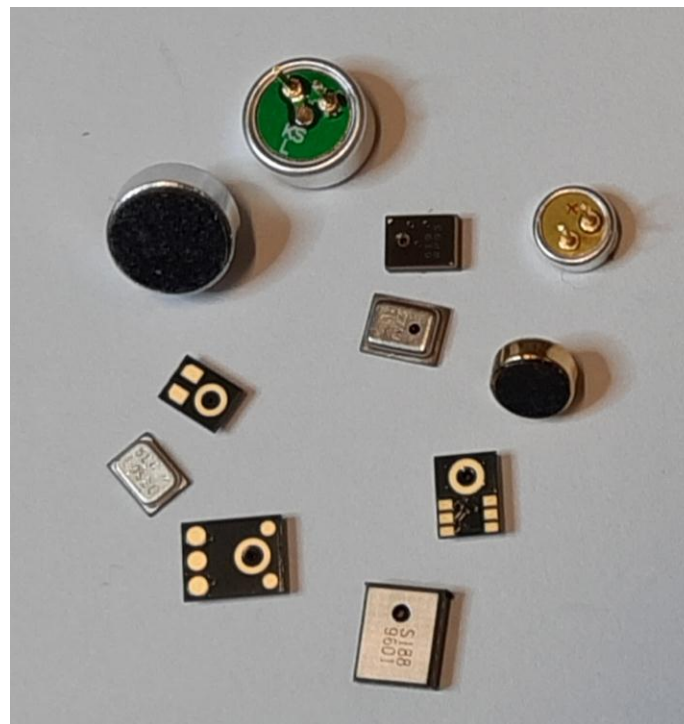
Sensory - mikrofony

Typ mikrofonu:

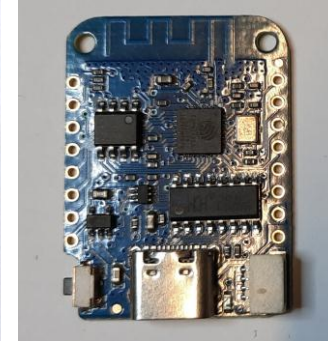
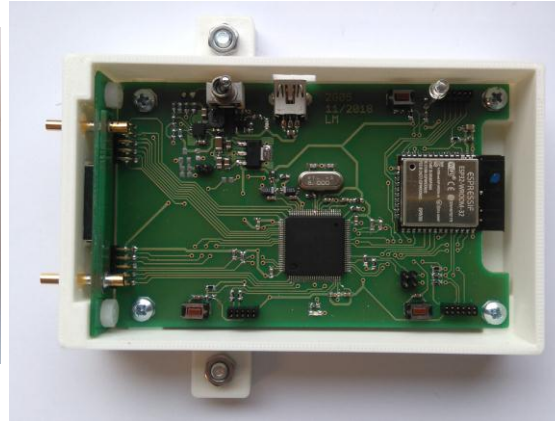
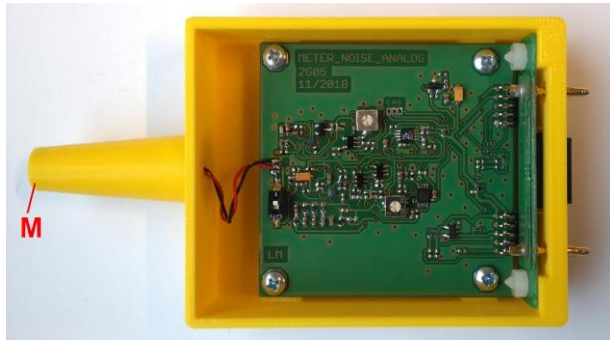
- elektretowy
- MEMS

Rodzaj sygnału wyjściowego:

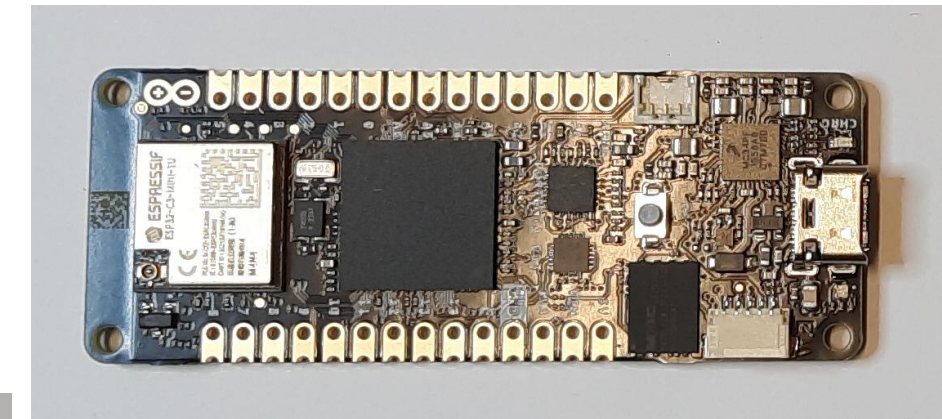
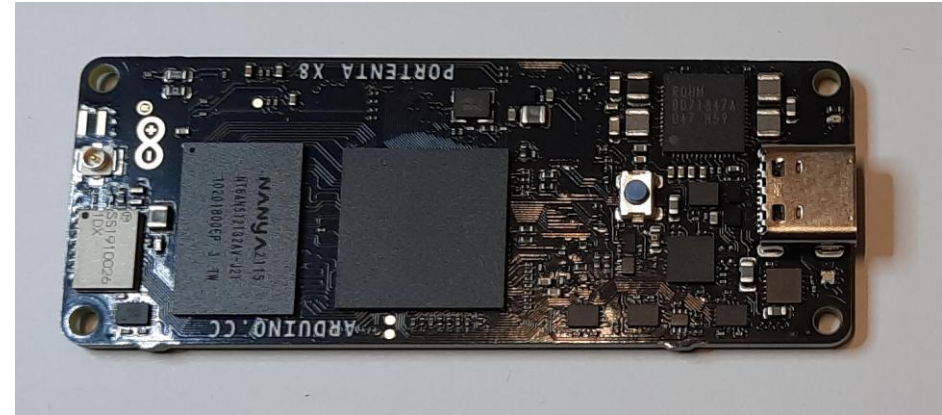
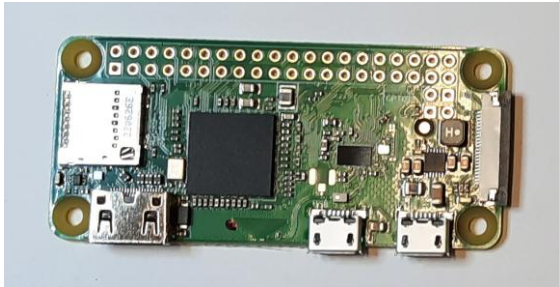
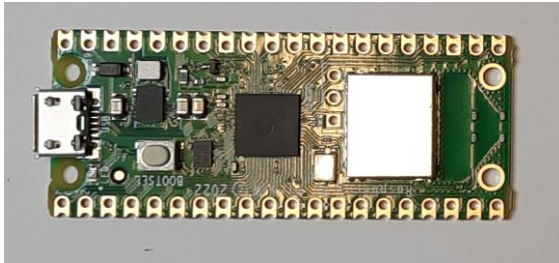
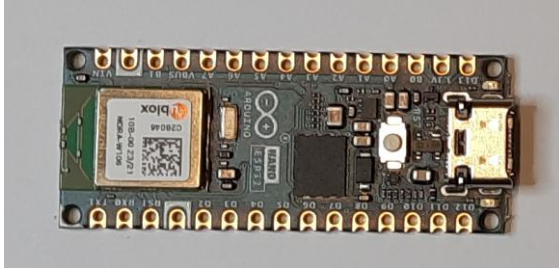
- analogowy
- cyfrowy



Przetwarzanie analogowe / cyfrowe; przetwarzanie brzegowe



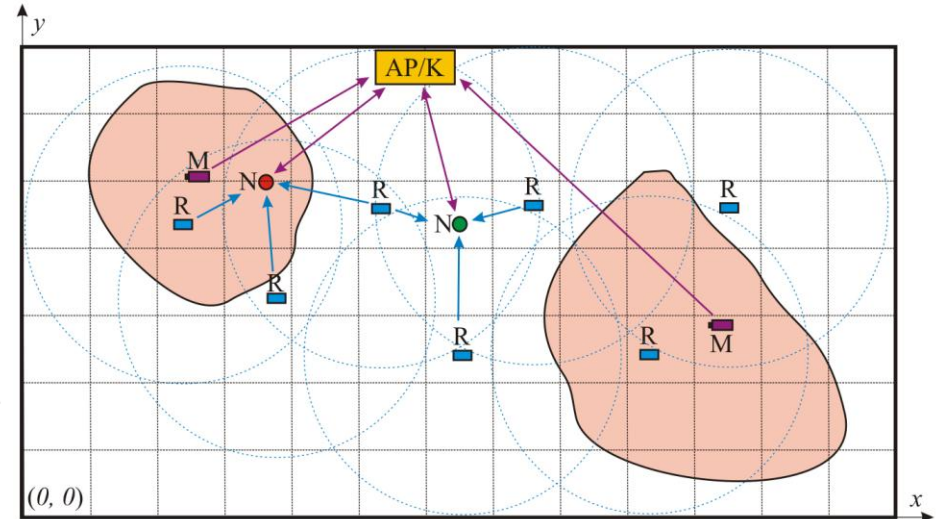
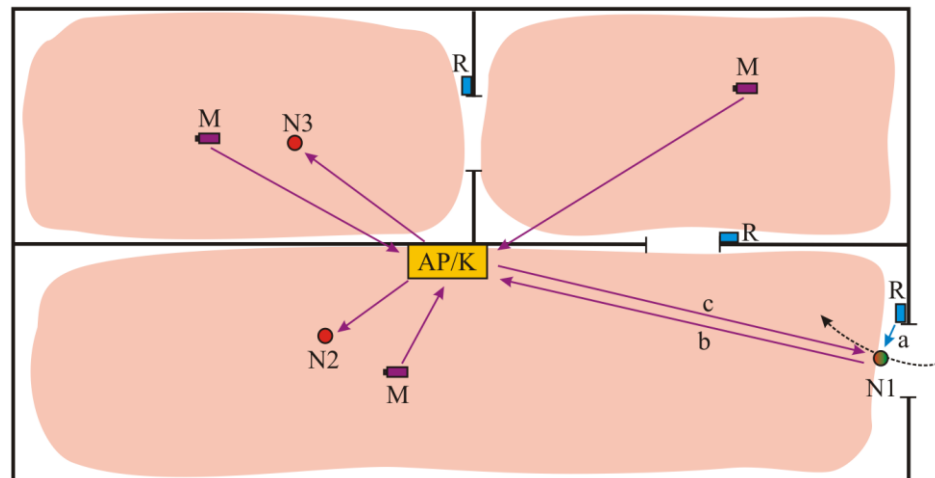
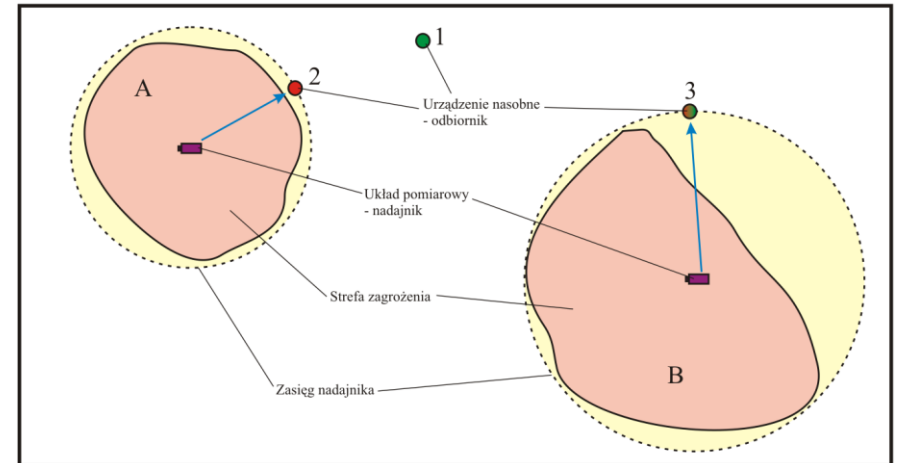
Przetwarzanie analogowe / cyfrowe; przetwarzanie brzegowe



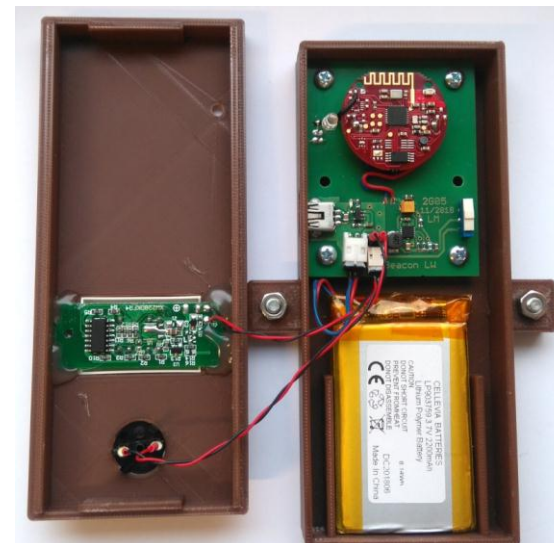
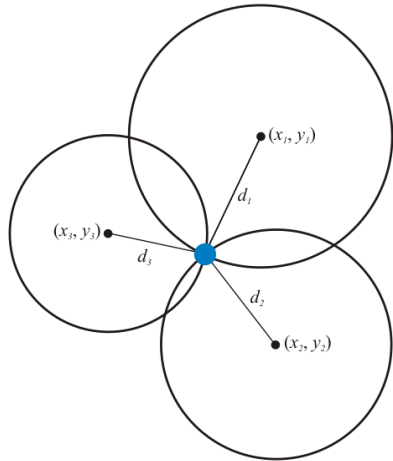
Ocena ekspozycji na hałas

Sposoby oceny:

- dozymetryczny
- z oceną położenia pracownika



Wyznaczanie położenia, Beacons



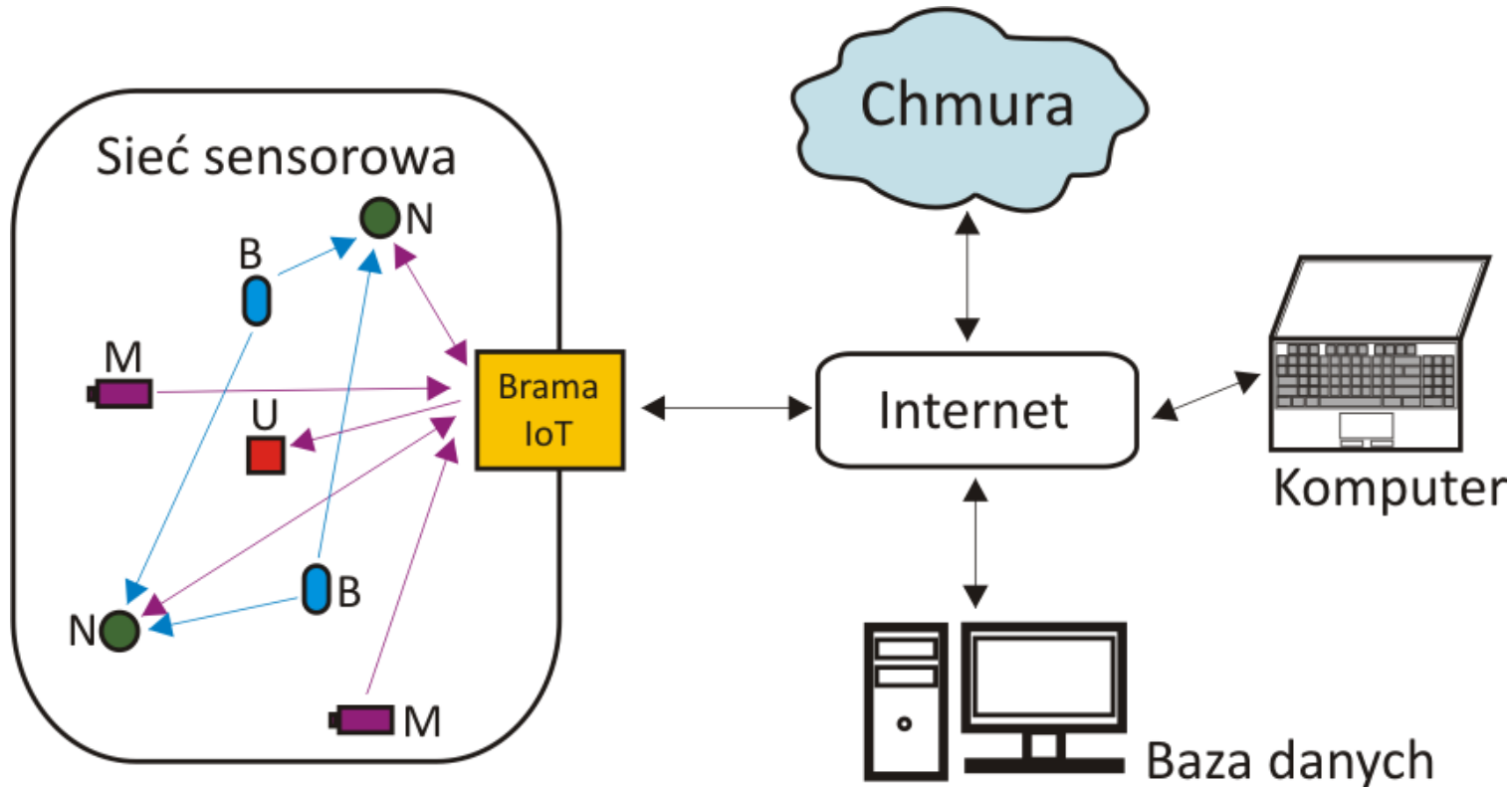
Urządzenie nasobne



Układy wykonawcze



Struktura sieci sensorowej



Przetwarzanie danych, chmura obliczeniowa

Rodzaje chmur obliczeniowych:

- Infrastructure as a Service (IaaS)
- Platform as a Service (PaaS)
- Software as a Service (SaaS)

Przykłady chmur obliczeniowych:

- Microsoft Azure
- Google Cloud
- ThingSpeak
- Arduino Cloud

Podsumowanie

Bezprzewodowe sieci sensorowe, w tym wykorzystujące rozwiązania z obszaru Internetu rzeczy mogą stanowić znakomite narzędzie do monitorowania środowiska pracy i ostrzegania pracowników przed zagrożeniami. Tego rodzaju monitoring umożliwi niezwłoczne reagowanie na pojawiające się nowe zagrożenia lub zmiany natężeń już istniejących. Dane na temat zagrożeń występujących w zakładzie pracy zagrożeń, zbierane w wielu jego punktach i w dłuższych odcinkach czasu umożliwią również odpowiednie projektowanie procesów pracy czy działań profilaktycznych ograniczających narażenie pracowników na czynniki szkodliwe środowiska pracy. Dostępne obecnie technologie elektroniczne i informatyczne w pełni umożliwiają realizację tego rodzaju sieci sensorowej.

Dziękuję za uwagę!

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Zakład Zagrożeń Wibroakustycznych

Leszek Morzyński

lmorzyns@ciop.pl

Opracowano na podstawie wyników na podstawie wyników VI etapu programu wieloletniego pn. „Rządowy Program Poprawy Bezpieczeństwa i Warunków Pracy”, finansowanego w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju., projekt nr II.PN.03 p.t. „Bezprzewodowy, skalowalny system monitoringu i zdalnej kontroli hałasu i drgań mechanicznych maszyn i urządzeń bazujący na rozwiązaniach z zakresu Internetu rzeczy”.

Koordinator Programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy